



**Wirtschaftlichkeits- und Wertbeitragsanalysen für Hochschul-IT  
und Lastbalancierung erneuerbarer Energien**

Der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der  
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover  
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Wirtschaftswissenschaften  
- Doctor rerum politicarum -

genehmigte Dissertation

von

*Dipl.-Ök. Marc Klages*

geboren am 25.01.1978 in Hameln

2011

Betreuer und Gutachter: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Weiterer Gutachter: Jun.-Prof. Dr. Hans-Jörg von Mettenheim

Vorsitzender der Prüfungskommission: Prof. Dr. Wagener

Weiteres Mitglied (beratend): Dr. Günter Wohlers

Tag der Promotion: 19.08.2011



Mein besonderer Dank gilt meiner Familie.

## **Kurzfassung**

Gegenstand der hier vorgestellten interdisziplinär ausgerichteten Arbeit sind folgende Themenschwerpunkte:

- eine Abhandlung über die wirtschaftlichen Chancen und Risiken sowie sozio-technologischen Zusammenhänge beim Einsatz eines Campus Management Systems (CMS) im Rahmen komplexer universitärer- Organisationsstrukturen. Dabei werden verschiedene Phasen im Lebenszyklus einer umfassenden Softwarelösung tangiert. Das Hauptaugenmerk liegt im Kontext des zugrundeliegenden Themenkomplexes und der wesentlichen Forschungsfragen auf der Auswahl, der Integration und Migration von CMS. Insbesondere die Forschungsergebnisse im Rahmen eines komplexen Vorgehensmodells zur Erstellung von Wirtschaftlichkeitsanalysen selektierter CMS-Lösungen in eben jener Organisation bilden den Fokus.
- Untersuchung des Status Quo von Drittmitteln (DM) und deren IT-gestütztes Management an deutschen Hochschulen. Charakterisierung des IST-Zustandes, Erarbeitung von wissenschaftlich fundierten Soll-Konzepten und Ableitung möglicher Implikationen sowie maßgeblicher Handlungsempfehlungen für die organisatorisch-prozessorientierte (Neu-)Gestaltung des DM-IT-Supports.
- Green Business (GB) als globales Unternehmens-Framework zur Steigerung der Nachhaltigkeit in Wertschöpfungsnetzwerken im Sinne der Corporate bzw. IT-Governance. IT dient hierbei als Trigger, um die strategischen Ziele von GB operativ im Unternehmen ein- bzw. umsetzen zu können.
- Fluktuationen, hervorgerufen durch Erneuerbare Energien (EE) wie Wind- bzw. Solarenergie, gefährden die Stabilität im europäischen Energienetz und führen zu ineffizienter Ausgleichs- sowie Regelenergie. Tiefgreifende Untersuchungen zeigen zwei vielversprechende Ansatzpunkte zur Steigerung der Netzstabilität: erzeugerseitiges Lastmanagement durch aktive Steuerung von Virtuellen Kraftwerken (VKW) auf Basis neurosimulierter Prognoseverfahren unter Verwendung von Echtzeitinformationen (z. B. Wetterdaten) sowie prämiengesteuerter, teilautomatisierter Verbrauch.

Alle genannten Forschungstätigkeiten haben trotz ihrer Unterschiedlichkeit eines gemeinsam: sie unterstreichen die Relevanz von Informationssystemen für eine effektive

Organisations- und Workflowgestaltung sowie zur Erschließung von Potenzialen und fundamentalen Nutzeneffekten. Für den Organisations- bzw. Projekterfolg sind jedoch die Wahl, das Investitionsvolumen, die Ausgestaltung und die Prozessorientierung geeigneter Systeme wesentliche Garanten.

Sämtliche untersuchten Teilgebiete dieser Arbeit greifen dabei eben jene Ansätze anhand konkreter Szenarien exemplarisch auf. Darüber hinaus wird auf ein Missverhältnis zwischen dem Status Quo der Forschung und dem der Praxis hingewiesen. Die identifizierten offenen Problemstellungen münden schließlich in die zu beantwortenden Forschungsfragen, welche den aktuellen Stand der Forschung berücksichtigen und wissenschaftliche Stringenz unter Bezugnahme von Rigor und Relevanz erzielen.

Die Arbeit operiert in allen Themenschwerpunkten ferner mit wissenschaftsmethodisch qualitativen sowie fundiert ermittelten, empirisch validierten Resultaten. Nationale wie internationale Literaturquellen bilden dabei ebenso ein zentrales Fundament wie Expertenbefragungen und relevante Problemlösungsmodelle.

**Schlagwörter:** Campus Management Systeme, Wirtschaftlichkeitsanalysen, Einführungsprojekte, Referenzprozessmodell zur Integration, Drittmittelmanagement, Green Business, Energieeffizienz, Energiemanagementsysteme, Lastmanagement, Virtuelle Kraftwerke, Prognoseverfahren.

## **Abstract**

Subject of the interdisciplinary work are the following priorities:

- Discussion and results of the economic opportunities and risks as well as socio-technological relationships in the use of a campus management system (CMS) under strong college complex organizational structures. Various stages in the life cycle of a software solution are affected. The main focus lies in the context of the underlying themes on the selection, integration and migration of CMS. In particular, the research results of a complex process model for the creation of an economic analysis to integrate CMS solutions form the major focus.
- Investigation of the status quo of external funding and its IT-based management at German universities. Characterization of the actual situation, development of science-based target concepts and derivation of possible implications and relevant recommendations for action for the organizational and process-oriented (re)design of IT support.
- Green Business (GB) as a global enterprise framework to increase sustainability in supply chains for the purposes of corporate governance. IT serves as an operative trigger to the strategic sustainability goals of companies.
- Fluctuations caused by renewable energy (RE), endanger the stability in the European energy network and lead to inefficient compensation and balancing power. In-depth investigations show two main approaches to increase network stability: producer-sided load management through active management of virtual power plants (VPP) based on neuro simulated forecasting methods under various use of real-time information (such as weather data) and prize-controlled, semi-automated use of energy on the demand-side.

All these research activities have this in common: they underscore the relevance of information systems for effective organization- and workflow-design and the development of potentials as well as fundamental benefit effects. For the organizational- and project-success, however, the choice of investment volume, the design of appropriate systems and process orientation is an essential guarantee.



All the investigated sub-areas of this work take that same approach into account by investigating concrete scenarios. In addition, attention is drawn to a mismatch between the status quo of research and practice. The identified open problems lead to answers of research questions which address scientific rigor and relevance.

The work operates in all topics with methodologically found, qualitatively and empirically validated results. In addition, relevant national, especially international literature sources make a central foundation.

**Keywords:** Campus Management Systems, cost-benefit analysis, Implementation projects, reference process model for integration, third-party management, green business, energy efficiency, energy management systems, load management, virtual power plants, forecasting methods.

## Management Summary

Die Rolle der IT hat sich in den zurückliegenden zwei Jahrzehnten maßgeblich gewandelt. Zu Beginn der Digitalisierung noch als reine Ressource zur Unterstützung weniger zu rationalisierender Organisations- bzw. Unternehmensfunktionen wahrgenommen, hat sie sich sowohl durch die Bereitstellung ihrer selbst, durch eine gezielte Workflowoptimierung als auch durch zunehmend eigene Dienstleistungen zu einem innerbetrieblichen "Consultant" und wichtigen "Service-Provider" gemausert. Heute übt sie weitreichenden Einfluss auf fast alle Kern-, Support- und entscheidungsrelevanten Managementprozesse eines Unternehmens aus und trägt neben dem Geschäftserfolg auch zum Umweltschutz, dank verbessertem, IT-gesteuertem Rohstoffeinsatz und spezifischer Optimierungsmetriken bei. Zudem sind in den vergangenen zehn Jahren viele Geschäftsmodelle überhaupt erst durch den vielfältigen Wertbeitrag der IT ermöglicht worden.

Doch um die wesentlichen Potenziale der IT vollends heben zu können, bedarf es einer systematischen Selektion sowie Integration in bestehende Organisationsstrukturen sowie eines reibungslosen Betriebes innerhalb der Value und Supply Chain vom Rohstofflieferanten über den Endkunden bis zum Recyclinghof. Dazu zählen Betätigungsfelder wie das Sustainable Resource Management, das Enterprise Resource Planning, das Business Continuity Management bei Ressourcenknappheit und das Customer Relationship Management etc., um nur wenige IT-beeinflusste Teilbereiche zu nennen.

Ferner sind Obliegenheiten zur Make- or Buy-Strategie sowie mit der/den einzusetzenden IT/IS verbundene Kosten-/Nutzeneffekte zu identifizieren. Investitionsentscheidungen zugunsten einer IT-Erneuerung oder -Modernisierung zielen dabei auf eine positive Wirkung ihres Einsatzes im unternehmerischen Kontext ab. In diesem Zusammenhang konstatiert Frank (2010): „*Dabei werden Informationssysteme [auch im Rahmen dieser Arbeit] nicht als Selbstzweck betrachtet, sondern dezidiert als Mittel zur Festigung und Förderung der Wettbewerbsfähigkeit von Organisationen*“. Zugleich spricht er sich für eine praktische Relevanz sowie Anwendbarkeit aus.

Der IT-Wertbeitrag zum Unternehmenserfolg hängt also vor allem von der *Art des IT-Einsatzes* bzw. dem *richtigen* Einsatz ab. Dabei ist eine entscheidende Frage, ob die Optimierung des Workflows eine Adaption der Organisation an die oft standardisierte

IT-Landschaft erfordert oder ob - reziprok betrachtet - die IT auf Basis der bestehenden Organisationsstrukturen angepasst bzw. customized werden sollte.

Die Querschnittsdisziplin Wirtschaftsinformatik (WI) verfolgt hehre Zielsetzungen zur Lösung eben dieser Frage- und Problemstellungen. Analog werden Antworten zur Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen (IT-Servicemanagement-Frameworks wie ITIL etc.) und zur Erreichung eines hohen Reifegrades beim Einsatz von IT vor dem Hintergrund einer permanent bzw. evolutionär weiterentwickelnden Digitaltechnik elaboriert.

Die in dieser Arbeit dargelegten Forschungsleistungen tangieren die prozessorientierte, kontinuierliche Verbesserung des Workflows sowie den potenzialhebenden Einsatz von IT und erweitern somit den Erkenntnisbereich der Wirtschaftsinformatik, indem sie sich dem Erkenntnisgegenstand, den verfolgten Intentionen sowie den allgemein anerkannten und eingesetzten Methoden zuordnen lassen. Die jeweiligen Forschungsergebnisse erfüllen dabei die Erkenntnisziele sowohl der gestaltungsorientierten als auch der behavioristisch-geprägten Wirtschaftsinformatik-Forschung und greifen dabei auf

- die empirische Sozialforschung samt Hypothesen, Theorien und quantitativen Studien (Befragungen, Fallstudien etc.) und
- die Konstruktion innovativer Artefakte sowie den Entwurf korrespondierender organisatorischer Kontexte (Software-Prototypen, konzeptionelle (Referenz-) Modelle bzw. Bezugsrahmen, Business Models etc.)

zurück.

Allerdings ist das Forschungsgebiet der Wirtschaftsinformatik sehr mannigfaltig und komplex. Aus diesem Grund wird eine Präzisierung vorgenommen.

Spezifischen Themenkomplexen zugeordnete, offene Problemfelder im Kontext des IT-gestützten Organisationserfolgs werden identifiziert und anhand von Beispielen isoliert untersucht:

- die Wirtschaftlichkeit von IT am Beispiel von Campus-Management-Systemen (CMS),
- die potenziellen Auswirkungen der IT-Unterstützung im Drittmittelmanagement (DM) am Beispiel deutscher Hochschulen,
- der erweiterte IT-Wertbeitrag am Beispiel von Green Business (GB) und

- IT-gestütztes Energiemanagement am Beispiel von Lastverschiebungsstrategien im deutschen Energienetz.

Zu den offenen Problemstellungen und Forschungslücken existieren in den genannten Forschungsfeldern und Beispielen bisher keine oder nur unzureichende Forschungsergebnisse innerhalb der wissenschaftlichen Community. Zur Schließung der Forschungslücken werden in den vier Bereichen mögliche Lösungen erarbeitet und aufgezeigt:

## IT-Wirtschaftlichkeit und Integration

Im Zuge von TU9-Projektaktivitäten wurde ein Zehn-Schritte-Vorgehensmodell zur Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsanalyse von CMS im Umfeld von Hochschulen entwickelt. Es handelt sich dabei um ein komplexes Konstrukt, mit dem es erstmalig möglich ist, eine quantitative sowie qualitative Begutachtung der Kosten- und Nutzeneffekte als Grundlage eines IT/IS-Alternativenvergleichs vorzunehmen. Die zuvor durchgeführte Analyse zum Stand der Forschung ergab keinen Hinweis auf eine ähnliche einheitliche, literarisch bzw. wissenschaftlich verankerte sowie geeignete Vorgehensweise zur spezifischen Zweckerfüllung.

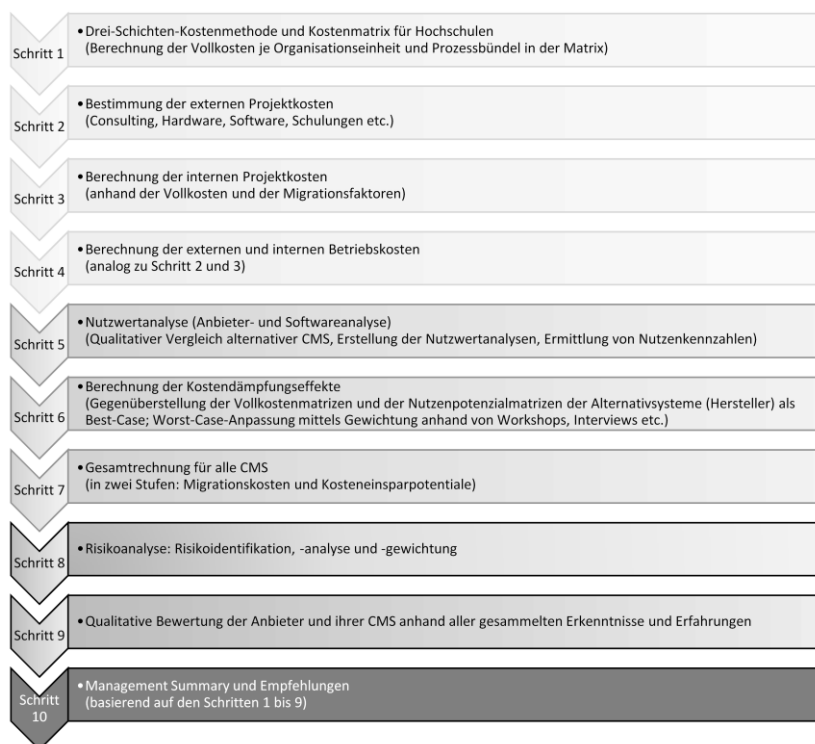
| Akademischer Zyklus<br>Organisations-Einheit | Zentraluni / Verwaltung |                  |                  |                             |                  |  | Fakultäten          |                  |                           | Institute        |                    | Σ                  |
|--|-------------------------|------------------|------------------|-----------------------------|------------------|--|---------------------|------------------|---------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
|  | Off.-Arbeit             | Stud.-Ber.       | I-Amt            | Büro für<br>Internationales | P-Amt            | Service<br>(IuK,<br>Service-<br>Desk etc.) | Studien-<br>Dekanat | Dekanat          | Fakultäts-<br>beauftragte | Sekretariate     | Dozenten           |                    |
| % ihrer Tätigkeit für CM                     | 15,00%                  | 50,00%           | 80,00%           | 35,00%                      | 90,00%           | 95,00%                                     | 96,00%              | 20,00%           | 20,00%                    | 6,50%            | 3,00%              |                    |
| Anwerbung                                    | 21.257 €                | 123.687 €        | 0 €              | 39.456 €                    | 0 €              | 19.963 €                                   | 44.432 €            | 24.156 €         | 88.452 €                  | 0 €              | 102.375 €          | 463.780 €          |
| Bewerbung                                    | 3.543 €                 | 49.475 €         | 118.429 €        | 94.695 €                    | 0 €              | 19.963 €                                   | 44.432 €            | 0 €              | 88.452 €                  | 0 €              | 0 €                | 418.990 €          |
| Aufnahmepr. / Zulassung                      | 0 €                     | 24.737 €         | 125.831 €        | 15.783 €                    | 0 €              | 19.963 €                                   | 0 €                 | 0 €              | 88.452 €                  | 0 €              | 102.375 €          | 377.141 €          |
| Einschreibung / Immatri.                     | 0 €                     | 0 €              | 133.233 €        | 15.783 €                    | 0 €              | 9.982 €                                    | 44.432 €            | 0 €              | 0 €                       | 0 €              | 0 €                | 203.429 €          |
| Prüfungsordnung                              | 10.629 €                | 0 €              | 0 €              | 0 €                         | 155.052 €        | 39.926 €                                   | 444.324 €           | 48.313 €         | 0 €                       | 0 €              | 204.750 €          | 902.994 €          |
| Kurse / Veranstaltungen                      | 14.172 €                | 0 €              | 0 €              | 0 €                         | 11.075 €         | 89.834 €                                   | 444.324 €           | 112.730 €        | 176.904 €                 | 141.497 €        | 204.750 €          | 1.195.286 €        |
| Prüfungen / Bewertungen                      | 0 €                     | 0 €              | 0 €              | 0 €                         | 730.960 €        | 0 €  | 444.324 €           | 40.261 €         | 0 €                       | 188.663 €        | 204.750 €          | 1.608.957 €        |
| Leistungsberichte etc.                       | 0 €                     | 12.369 €         | 0 €              | 0 €                         | 22.150 €         | 19.963 €                                   | 111.081 €           | 16.104 €         | 88.452 €                  | 94.331 €         | 102.375 €          | 466.826 €          |
| Wechsel / Fernstudium                        | 1.771 €                 | 24.737 €         | 125.831 €        | 94.695 €                    | 11.075 €         | 0 €  | 444.324 €           | 0 €              | 88.452 €                  | 0 €              | 102.375 €          | 893.261 €          |
| Rückmeld. / Beurlaubung                      | 1.771 €                 | 12.369 €         | 118.429 €        | 0 €                         | 0 €              | 19.963 €                                   | 0 €                 | 0 €              | 0 €                       | 0 €              | 0 €                | 152.533 €          |
| Studienabschl. / Exmatri.                    | 1.771 €                 | 0 €              | 118.429 €        | 0 €                         | 55.376 €         | 19.963 €                                   | 111.081 €           | 16.104 €         | 88.452 €                  | 0 €              | 102.375 €          | 513.552 €          |
| Promotion                                    | 1.771 €                 | 0 €              | 0 €              | 0 €                         | 0 €              | 0 €  | 0 €                 | 64.417 €         | 0 €                       | 94.331 €         | 102.375 €          | 262.895 €          |
| Alumni                                       | 0 €                     | 0 €              | 0 €              | 0 €                         | 0 €              | 0 €  | 0 €                 | 0 €              | 0 €                       | 0 €              | 0 €                | 0 €                |
| Basis-Dienste CM / ITSM                      | 14.172 €                | 0 €              | 0 €              | 15.783 €                    | 11.075 €         | 119.779 €                                  | 0 €                 | 0 €              | 176.904 €                 | 94.331 €         | 0 €                | 432.043 €          |
| <b>Gesamtkosten für CM</b>                   | <b>70.858 €</b>         | <b>247.374 €</b> | <b>740.183 €</b> | <b>276.195 €</b>            | <b>996.763 €</b> | <b>379.299 €</b>                           | <b>2.132.755 €</b>  | <b>322.086 €</b> | <b>884.520 €</b>          | <b>613.153 €</b> | <b>1.228.500 €</b> | <b>7.891.687 €</b> |
| <b>Kosten je Student für CM</b>              | <b>3 €</b>              | <b>11 €</b>      | <b>32 €</b>      | <b>12 €</b>                 | <b>43 €</b>      | <b>16 €</b>                                | <b>93 €</b>         | <b>14 €</b>      | <b>38 €</b>               | <b>27 €</b>      | <b>53 €</b>        | <b>343 €</b>       |
| <b>Personentage für CM</b>                   | <b>138</b>              | <b>661</b>       | <b>2.134</b>     | <b>615</b>                  | <b>2.857</b>     | <b>918</b>                                 | <b>4.451</b>        | <b>828</b>       | <b>1.590</b>              | <b>1.794</b>     | <b>2.208</b>       | <b>18.194</b>      |

Abbildung M1: Drei-Schichten-Kostenmethode (exemplarische Darstellung).

Die zugrundeliegende Drei-Schichten-Kostenmethode, welche ihrerseits auf vier Grundmodellen zur Analyse und zum Vergleich von Soll-/Ist-Zuständen sowie zur Entwicklung einer zielorientierten Heuristik basiert, ermöglicht es, hochschulspezifische Besonderheiten in Prozessbündeln des akademischen Zyklus zu verorten und Kosten- und Nutzeneffekte über die gesamte Organisation hin zu ermitteln. Dies geschieht unter Einsatz einer Vollkostenrechnung samt Vollzeitäquivalenten in Kombination mit

analytischen Schätzungen sämtlicher involvierter Akteure. Dies bildet die Grundlage für das chronologisch aufbauende Phasen- bzw. Stufenmodell (Vorgehensmodell in zehn Schritten).

Die Ermittlung der differenziert betrachteten und in externe sowie interne Kosten aufgeteilten Projekt- und Betriebskosten wird in den Schritten 1 bis 4 vorgenommen. In den Schritten 5 und 6 werden unter Berücksichtigung der Drei-Schichten-Kostenmethode Kostendämpfungswirkungen durch den Einsatz eines CMS mittels quantifizierter Nutzeneffekte berechnet. Eine Gegenüberstellung der bestimmten Kosten und Nutzen wird in Form einer Gesamtrechnung in Schritt 7 etabliert. Die Schritte 8 und 9 ergänzen die Berechnungen um qualitative Aspekte, welche für die zu treffende Entscheidung relevant sind. In Schritt 10 folgt die komprimierte Darstellung der Ergebnisse als Management Summary.



**Abbildung M2: Zehn-Schritte-Vorgehensmodell zur Wirtschaftlichkeitsanalyse von CMS.**

Das dargelegte Vorgehensmodell zur Wirtschaftlichkeitsanalyse von CMS bietet eine prozessorientierte Methode, bei der möglichst viele relevante Daten in einen aggregierten Gesamtwert überführt werden. Dadurch wird ermöglicht, einen quantitativen und qualitativen Vergleich der Alternativsysteme durchzuführen. Letztendlich liefert das Vorgehensmodell eine Entscheidungsunterstützung für die Wahl eines hochschulspezifisch geeigneten CMS.

Die Bestätigung der praktischen Anwendbarkeit erfolgte anhand des erfolgreichen Einsatzes des Vorgehensmodells an zwei voneinander unabhängigen, aber in der organisatorischen Struktur ähnlichen deutschen Hochschulen. Als wesentliches Ergebnis der Untersuchung lässt sich feststellen, dass der Einsatz eines vollständig integrierten CMS in Relation zur Unterlassungsalternative (Fortbestand des Basissystems) zu Aufwandsersparungen führt. Allerdings hängt die Wahl, Parametrisierung und etwaiges Customizing eines der alternativen CMS stark von dem spezifischen Umfeld einer Hochschule und weiteren Faktoren ab. Die Forschungsergebnisse zur Wirtschaftlichkeitsanalyse bei Einführung, Migration und Betrieb ausgewählter CMS können im Aufsatz Sprenger et al. (2010) nachgelesen werden. Die wissenschaftliche Qualität wird durch die Publikation in der Zeitschrift WIRTSCHAFTSINFORMATIK bestätigt.

### **IT-gestütztes Drittmittelmanagement**

Für die nachhaltige Finanzierung qualitativ hochwertiger Lehre und Forschung ist eine verstärkte Generierung von Drittmitteln an deutschen Hochschulen unerlässlich geworden. Mit ansteigendem Anteil an Drittmitteln im Vergleich zur Grundmittelversorgung durch Bund und Länder steigt jedoch die Komplexität der nachzuweisenden Mittelverwendung. Analog führt dies zu einer für Einzelpersonen unüberschaubaren Vielfalt an auferlegten Restriktionen durch unterschiedliche Geldgeber. Aus diesem Grund wird das IT-gestützte Management von Drittmitteln mit all seinen Verwaltungsvorgängen (Prozessbündel) zunehmend bedeutsam. Die Forschung im Bereich des IT-gestützten Drittmittelmanagements (DM) befindet sich jedoch noch in seinen Anfängen, wodurch die Ermittlung des Status Quo hohe Relevanz erfährt.

Der Aufsatz *„Auswirkungen des Strukturwandels deutscher Hochschulen auf die IT-Unterstützung des Drittmittelmanagements“* und der daraus hervorgegangene Beitrag namens *„IT-gestütztes Management von Drittmitteln im Rahmen des Forschungsmanagements an deutschen Hochschulen“* in Kooperation mit Britta Ebeling und Prof. Dr. Michael H. Breitner setzen sich mit dieser Problemstellung auseinander.

Letztgenannter Beitrag wurde erfolgreich auf der 41. JAHRESTAGUNG DER GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK e. V. 2011 platziert und thematisiert neben einer Literatursichtung, einer explorativen Expertenbefragung sowie einer spezifisch ausgewählten Fallstudie aggregierte Hypothesen. Darüber hinaus dienen die teils qualitativen,

teils quantitativen Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen als Basis für ein Software-Artefakt (Prototyp). Ferner werden resultierende Erkenntnisse und Herausforderungen an die IT-Unterstützung des DM in Handlungsempfehlungen überführt.

Als Ergebnis der Forschungsleistungen lässt sich bestätigen, dass die softwarebasierte Simplifizierung von Beantragung, Verwaltung, Staffing und Berichterstattung für die zukünftige Entwicklung deutscher Hochschulen eine grundlegende Herausforderung mit hoher Praxisrelevanz darstellt. Hierfür erscheint eine evolutionäre Optimierung der bisher an vielen Hochschulen eingesetzten Standardsoftware erforderlich, die speziell an den verschiedenen Mittelverwendungsrestriktionen und Anforderungen aller am DM Beteiligten ausgerichtet wird.

Als zielkonform kann somit eine einheitliche Erweiterung vorhandener Hochschulverwaltungssoftware angesehen werden, um das Drittmittelmanagement (DM) mit unterschiedlichen „Nutzersichten“ zu unterstützen.

|   |                |
|---|----------------|
| Automatische Berichtgenerierung und Entscheidungsunterstützung  | beide          |
| Cockpit-Funktionalität für verschiedene Sichten (Ampelfunktion) | eher dezentral |
| Kennzahlenüberwachung   | eher zentral   |
| DM-Echtzeitinformation  | eher dezentral |
| Einheitliches Datenmodell (Datenkonsistenz, keine Redundanz)    | beide          |
| Integrierte Softwarelösung und Single-Sign-On                   | beide          |
| Intuitive Benutzerführung (Niedrige Lernkurve für Nutzer)       | dezentral      |
| Konkretes Rollenmodell (Rechte, Aufgaben, Pflichten, Sichten)   | beide          |
| Multiprojektmanagement-Unterstützung                            | dezentral      |
| Prognose zur Projektkalkulation                                 | beide          |
| Prozess- und Workfloworientierung                               | dezentral      |
| Termin- und Richtlinienüberwachung (Plausibilitätskontrollen)   | dezentral      |

**Abbildung M5: Spezifischer Anforderungskatalog für das IT-gestützte DM.**

Dazu zählt auch der Einsatz

- eines Referenzmodells zum Drittmittelressourcenmanagement (im Sinne eines Multiprojektmanagements) und
- einer durch Customizing angepassten Sichten-Modulerweiterung einer (ERP-) Hochschulverwaltungssoftware.

Ziel ist die Entwicklung einer ganzheitlichen IT-Unterstützung der Querschnittsdisziplin DM, welche einen detaillierten Überblick über die relevanten Projektdaten und -zahlen sowie eine Cockpit-Funktion zur Entscheidungsunterstützung bietet.

## IT-Wertbeitrag und Green Business

Innerhalb dieses Forschungssegments konnte anhand explorativ empirischer Ergebnisse aufgezeigt werden, wie der eingeschränkte Green-IT-Ansatz zu einem umfassenden Green-Business-Ansatz zu erweitern ist und welche wesentliche Rolle die IT bei dieser Entwicklung einzunehmen hat. Die Optimierung der Geschäftsprozesse innerhalb einer komplexen Value bzw. Supply Chain ist in Bezug auf Nachhaltigkeit nur durch die unterstützende Leistung der IT zu realisieren. Der IT-Provider nimmt zudem eine aktive Beraterrolle auch bei der Generierung von neuen Geschäftsmodellen aufgrund seiner internen Erfahrungen ein und positioniert sich als Treiber. Damit wird nebenbei eine wesentliche Ausweitung des IT-Wertbeitrags erreicht. Die durchgeführte empirische Exploration zur Rolle der IT und die Analyse bestehender Strategie- und Beratungskonzepte bestätigten diese zunächst qualitativ hervorgebrachten Ergebnisse. Zur Evaluation der entwickelten Thesen und zur Entwicklung des umfassenden Green-Business-Ansatzes wurden darüber hinaus eine repräsentative Fallstudie eines Optimierungsprojekts und eine explorative Expertenbefragung herangezogen.

**Tabelle M1: Verbesserungen im Zulieferer- und Kundenservice durch den IT-Provider beim Einsatz des ganzheitlichen Green Business Ansatzes.**

| Measures           |  | Description  | Economic value drivers  | Environmental value drivers  |
|--------------------|--|--|---|--|
| Customer interface | Multiple Level Support-Portal                        | Establishment of an IT-based customer portal based on a service-oriented architecture  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase customer satisfaction through direct customer access time and cost savings through reduction of personal questions</li> <li>• Cost savings and increased flexibility by "software on demand"</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduction of hardware and software, and company resources; thus improving the environmental performance of the company</li> <li>• High accessibility to customers, additional communication interface; greater transparency of information; less resource-intensive queries and search orders</li> <li>• Workflow support and enhanced usability in a back-end portal leading to reduced use of resources;</li> </ul> |
|                    | Technical equipment of the on-site service           | Use of synchronized mobile devices   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Save time by eliminating manual editing</li> <li>• Quality improvement through direct access to historical and real-time data</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saving of resources in terms of energy, paper and hardware through the use of new efficient appliances</li> <li>• Elimination of unnecessary lanes and routine tasks lead to improved environmental performance</li> </ul>  |
| Supplier interface | New forms of cooperation through modern technologies | Use of modern communication techniques in the interfaces to suppliers (such as audits, product developments and conferences)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Better use of synergies in research and development through more flexible cooperation</li> <li>• Faster time-to-Market</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synergy effects from the use of corporate assets</li> <li>• New possibilities for securing a Green Supply Chain</li> <li>• Resource efficient communication with development partners through modern forms of interaction (eg via video-conferencing and shared workplaces)</li> </ul>  |
|                    | Advanced Quality Management                          | Exchange of quality data and indicators necessary for sustainability certifications via standardized IT interfaces and negotiation of contractual principles of sustainability within the supply chain ("green procurement") | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cost reduction through elimination of semi-manual quality management and supply controls</li> <li>• Increased sales through improved quality and reputation ("green image")</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansion of quality management to the environmental aspect of sustainability ("Green Product Lifecycle" or "Product Life Cycle Assessment")</li> <li>• Conserving resources through the elimination of semi-manual work processes</li> <li>• Ensuring safety and environmental standards</li> </ul>  |

Sowohl die identifizierten Implikationen, Interdependenzen, Herausforderungen als auch „good“, bzw. „best practices“ und Workarounds zur Etablierung der drei sich gegenseitig tangierenden Dimensionen „soziales, ökonomisches und ökologisches Handeln“ flossen vor dem Hintergrund des St. Galler Managementmodells in ein erweitertes ganzheitliches Framework zur strategischen Verankerung des Nachhaltigkeitsgedankens



unter Verwendung bereits existierender Ansätze wie Corporate Governance, Corporate Social Responsibility und Corporate Sustainability mit ein.

Die Erfahrungen mit Green IT- bzw. GB-Projekten haben zudem gezeigt, dass IT-Funktionen als Auslöser der Triple Bottom Line durch die Bereitstellung von Infrastruktur, Know-how, Automatisierung, Messmethoden und Instrumenten fungieren können. Dies erfordert jedoch die erwähnte Inhouse-Berater-Position der IT innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette. Auf diese Weise verschieben sich die internen IT-Aufgaben weg von der reinen Herstellung technischer Lösungen hin zu einer Konzentration auf die Wertschöpfung. Darüber hinaus ist es in diesem Zusammenhang wichtig, IT-Kenntnisse zu verbessern und bestehende Denkmuster zu überwinden. So können durch die Kombination verschiedenster Instrumente, wie Virtualisierung, Zentralisierung, selektive Sourcing-Strategien etc., nicht nur Kosten und Ressourcen eingespart, sondern auch neue, flexible Arbeitsabläufe ermöglicht werden.

Publiziert wurde der Aufsatz Neumann et al. (2010) mit dem Titel „*Erweiterter IT-Wertbeitrag durch Green Business*“ im Sonderheft der PRAXIS DER WIRTSCHAFTSINFORMATIK (HMD, Heft 74), zum Titelthema „*Green Computing & Sustainability*“.

### **IT-gestütztes Energiemanagement**

Der zunehmende Anteil an fluktuierenden erneuerbaren Energien im deutschen und europäischen Stromnetz führt zusehends zu Problemen mit der Netzstabilität. Smart Grids, Blockheizkraftwerke (BHKW) sowie Virtuelle Kraftwerke (VKW) werden eingeführt, um dem steigenden Bedarf an hochpreisiger „Kontroll- bzw. Ausgleichsenergie“ zu begegnen.

Innerhalb des Pilotprojekts namens „*Smart Watts*“, welches im Auftrag des E-Energy-Forschungsvorhabens des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi 2006) stattfindet, sollen

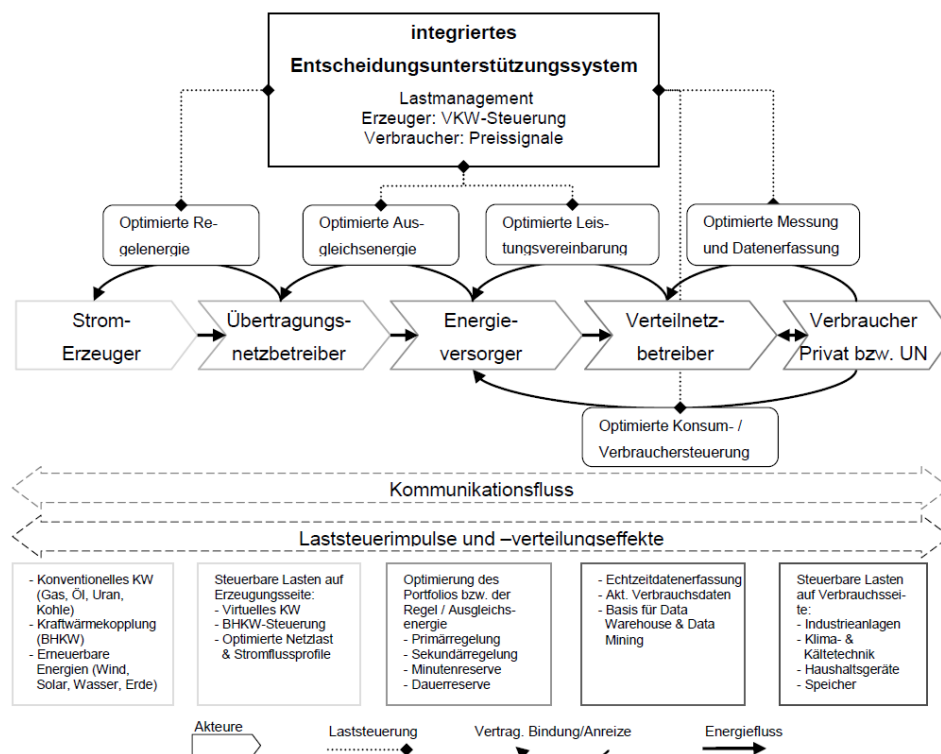
- ein geeignetes Energiemanagementsystem entwickelt,
- unterschiedliche Rahmenbedingungen im Feldversuch und
- die Ende-zu-Ende-Optimierung des gesamten Energiesystems von der Erzeugung über den Handel und die Verteilung bis hin zum Letztverbraucher unter

besonderer Berücksichtigung dezentraler erneuerbarer Erzeugung geprüft werden.

Vor diesem Hintergrund wurde das Potenzial zur Lastverschiebung unter Verwendung komplexer IT auf Produzenten- und Verbraucherseite beginnend mit einer Literaturrecherche analysiert, themenspezifische Defizite in der Literatur sowie modellorientierte Faktoren und Nebenbedingungen identifiziert und durch zwei Software-Prototypen für die Prognose und die Simulation auf Basis eines realistisch zu erwartenden Szenarios nachgewiesen. Dabei wird der wetterabhängige Betrieb von Kraftwärmekopplungsanlagen innerhalb zentraler VKW durch die Verwendung von künstlichen neuronalen Netzen (KNN) auf Erzeugerseite prognostiziert. Auf der Seite des Energieverbrauchs werden auf Basis der KNN-Ergebnisse und angepasst an die Erzeugungssituation dynamische Stromtarife simuliert. Dies geschieht, um den Energieverbrauch von intelligenten Geräten im Haushalt abschätzen und später in einer groß angelegten Fallstudie sowie in der Praxis prämienduziert kontrollieren zu können. Konkrete Verbesserungspotenziale, wie die Vermeidung von Ungleichgewichten zwischen Erzeugung und Verbrauch, können so durch gezielte Optimierung der Energieerzeugung (VKW-Steuerung), der Regel- bzw. Ausgleichsenergie (Netzoptimierung, Kontraktausgestaltung), der Mess- und Datenerfassung bzw. -analyse (Mustererkennung etc.) sowie der Konsum- bzw. Verbrauchersteuerung (lastenabhängige Prämien) erzielt werden.

Zur Zielerreichung erfordert das Projekt die Analyse und Schaffung einer Kommunikationsinfrastruktur, die sowohl Erzeugungsanlagen als auch die „Datenzentrale“ und Gebäudetechnik bis zu den einzelnen Verbrauchsgeräten integriert. Grundlage ist der Aufbau des Internets der Energie auf Basis smarterer Zähler und „intelligenter“ Geräte mit Echtzeitkommunikation durch die IT-gesteuerte Anbindung der Verbraucher über die Datenzentrale und Einbindung weiterer Marktakteure wie Handel, dezentrale Energieerzeuger etc. über ein Schattenportfolio. Im Rahmen der Forschungsarbeiten wurde darüber hinaus geprüft, welche Aufgaben einem IT-gestützten Energiemanagement zur Entscheidungsunterstützung zufallen.

Dem vereinfacht dargestellten Szenario unterliegt dabei ein entsprechend komplexes System.



**Abbildung M6: Aufgaben eines Energiemanagement- und Entscheidungsunterstützungssystems.**

Alle zu diesem Forschungssegment entstandenen Aufsätze wurden in Kooperation mit Jun.-Prof. Dr. Hans Jörg von Mettenheim, Cornelius Köpp und Prof. Dr. Michael H. Breitner verfasst. Der relevanteste Aufsatz dieses Forschungssegments Klages et al. (2011) hat den Titel „Two-sided load shifting for Sustainability in Ernergy Grids“ und wurde bei der 73. WISSENSCHAFTLICHEN JAHRESTAGUNG DES VERBANDES DER HOCHSCHULLEHRER FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT e.V. (VHB/BWL 2011) mit dem Rahmentagungsthema „Nachhaltigkeit - Unternehmerisches Handeln in globaler Verantwortung“ im Dezember 2010 eingereicht und im März 2011 angenommen. Der Artikel ist im Juli 2011 darüber hinaus für die Begutachtung bei der VHB-zugehörigen Fachzeitschrift BUSINESS RESEARCH (BuR) eingeplant.

## Wissenschaftliche Einordnung

Die wissenschaftliche Identität und die Legitimation der vorgestellten Forschungsleistungen ergeben sich neben den jeweils abgeprüften Güte- und Bewertungskriterien der Wirtschaftsinformatik (siehe in dem jeweiligen, isoliert zu betrachtenden Kapitel) durch drei wesentliche Postulate: Originalität, Abstraktion und Begründung.

Das in dieser kumulativen Promotion dargelegte Erkenntnisangebot ist im Sinne von Frank (2010) originell, weil es dazu geeignet ist, sachkundige Betrachter zu überraschen. Ferner unterliegt es einer Abstraktion, weil sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht nur auf einen Einzelfall beschränken, sondern die Anwendbarkeit auf eine Vielzahl gleichgearteter Fälle ermöglichen. Und letztlich liegt jeweils eine Begründung in nachvollziehbarer Weise vor.

Überdies bilden die dargestellten Forschungsergebnisse und Publikationen eine Diskussionsbasis innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Ursächlich dafür ist die Veröffentlichung des jeweiligen Aufsatzes, wodurch die Akzeptanz innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft fundiert ist. Als logische Folge werden sie den Wissensstand im jeweiligen Forschungssegment vergrößern. Darüber hinaus dient die Präsentation auf Fachkonferenzen und die kritische Diskussion über den Inhalt eines Aufsatzes zur Verbreiterung der Präsenz in der Fachöffentlichkeit und stärkt im Positivfall seinerseits wiederum die Akzeptanz bzw. Qualität.

Die kritische Auseinandersetzung mit der Fachöffentlichkeit gelang durch die Begutachtung von bis zu drei Fachkolleginnen oder -kollegen im Peer-Review-Verfahren sowie durch die angelegten Qualitätsmaßstäbe bei der Zeitschrift WIRTSCHAFTSINFORMATIK, der Fachzeitschrift PRAXIS DER WIRTSCHAFTSINFORMATIK (HMD), der JAHRESTAGUNG DER GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK e. V. und der WISSENSCHAFTLICHEN JAHRESTAGUNG DES VERBANDES DER HOCHSCHULLEHRER FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT e. V.

Das Signifikanzniveau (wissenschaftliche Bedeutung) der durchgeführten Untersuchungen mit ihren zugrundeliegenden Beispielen ist neben ihren seriösen und nachgewiesenen Grundannahmen auch aufgrund der Zweiteilung in behavioristisch und in konstruktionsorientiert geprägte Untersuchungspfade (Methodologien) und aufgrund eines komplett durchlaufenen sowie belastbaren Erkenntnisprozesses als hoch einzuschätzen.

# Inhaltsüberblick

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Kurzfassung.....</b>  | <b>I</b>     |
| <b>Abstract .....</b>  | <b>III</b>   |
| <b>Management Summary .....</b>                                | <b>- 1 -</b> |
| <b>Inhaltsüberblick.....</b>                                   | <b>I</b>     |
| <b>Inhaltsverzeichnis .....</b>                                | <b>II</b>    |
| <b>Abbildungsverzeichnis.....</b>                              | <b>IV</b>    |
| <b>Tabellenverzeichnis .....</b>                               | <b>V</b>     |
| <b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>                             | <b>VI</b>    |
| <b>Vorwort.....</b>  | <b>IX</b>    |
| <b>Globale Einordnung der Publikationen und Schriften.....</b> | <b>i</b>     |
| <b>1 Einführung, Einordnung und Abgrenzung.....</b>            | <b>1</b>     |
| <b>2 IT-Wirtschaftlichkeit und Integration .....</b>           | <b>21</b>    |
| <b>3 IT-gestütztes Drittmittelmanagement .....</b>             | <b>40</b>    |
| <b>4 IT-Wertbeitrag und Green Business .....</b>               | <b>48</b>    |
| <b>5 IT-gestütztes Energiemanagement.....</b>                  | <b>59</b>    |
| <b>6 Fazit, kritische Würdigung und Ausblick .....</b>         | <b>74</b>    |
| <b>Literaturverzeichnis .....</b>                              | <b>86</b>    |
| <b>Anhangsverzeichnis .....</b>                                | <b>A</b>     |
| <b>Anhang.....</b>   | <b>A</b>     |

# Inhaltsverzeichnis

|   |              |
|---|--------------|
| <b>Kurzfassung.....</b>   | <b>I</b>     |
| <b>Abstract .....</b>   | <b>III</b>   |
| <b>Management Summary .....</b>   | <b>- 1 -</b> |
| <b>Inhaltsüberblick.....</b>  | <b>I</b>     |
| <b>Inhaltsverzeichnis .....</b>   | <b>II</b>    |
| <b>Abbildungsverzeichnis.....</b>   | <b>IV</b>    |
| <b>Tabellenverzeichnis .....</b>  | <b>V</b>     |
| <b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>  | <b>VI</b>    |
| <b>Vorwort.....</b>   | <b>IX</b>    |
| <b>Globale Einordnung der Publikationen und Schriften.....</b>                  | <b>i</b>     |
| <b>1 Einführung, Einordnung und Abgrenzung.....</b>                             | <b>1</b>     |
| 1.1 Motivation, Problemstellung und Forschungsfragen .....                      | 10           |
| 1.2 Methodik zur Gewinnung der Ergebnisse.....                                  | 16           |
| 1.3 Struktur der Arbeit.....  | 18           |
| <b>2 IT-Wirtschaftlichkeit und Integration .....</b>                            | <b>21</b>    |
| 2.1 Kurzeinleitung und Spezifika des Forschungssegments .....                   | 21           |
| 2.2 (Terminologische) Grundlagen .....  | 24           |
| 2.2.1 Campus-Management, Akademischer Zyklus und Campus-Management-Systeme..... | 24           |
| 2.2.2 Wirtschaftlichkeit bzw. Kosten- / Nutzeneffekte.....                      | 26           |
| 2.3 Forschungsdesign.....   | 29           |
| 2.4 Forschungserfolge und Kernergebnisse .....                                  | 32           |
| 2.5 Wissenschaftliche Verortung .....   | 35           |
| 2.6 Entwicklung, kritische Würdigung und Ausblick.....                          | 37           |
| <b>3 IT-gestütztes Drittmittelmanagement .....</b>                              | <b>40</b>    |
| 3.1 Kurzeinleitung und Spezifika des Forschungssegments .....                   | 40           |
| 3.2 (Terminologische) Grundlagen .....  | 41           |

---

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.3      | <i>Forschungsdesign</i> .....                                    | 42        |
| 3.4      | <i>Forschungserfolge und Kernergebnisse</i> .....                | 44        |
| 3.5      | <i>Wissenschaftliche Verortung</i> .....                         | 45        |
| 3.6      | <i>Entwicklung, kritische Würdigung und Ausblick</i> .....       | 46        |
| <b>4</b> | <b>IT-Wertbeitrag und Green Business</b> .....                   | <b>48</b> |
| 4.1      | <i>Kurzeinleitung und Spezifika des Forschungssegments</i> ..... | 48        |
| 4.2      | <i>(Terminologische) Grundlagen</i> .....                        | 50        |
| 4.3      | <i>Forschungsdesign</i> .....                                    | 51        |
| 4.4      | <i>Forschungserfolge und Kernergebnisse</i> .....                | 52        |
| 4.5      | <i>Wissenschaftliche Verortung</i> .....                         | 55        |
| 4.6      | <i>Entwicklung, kritische Würdigung und Ausblick</i> .....       | 56        |
| <b>5</b> | <b>IT-gestütztes Energiemanagement</b> .....                     | <b>59</b> |
| 5.1      | <i>Kurzeinleitung und Spezifika des Forschungssegments</i> ..... | 59        |
| 5.2      | <i>(Terminologische) Grundlagen</i> .....                        | 61        |
| 5.3      | <i>Forschungsdesign</i> .....                                    | 66        |
| 5.4      | <i>Forschungserfolge und Kernergebnisse</i> .....                | 68        |
| 5.5      | <i>Wissenschaftliche Verortung</i> .....                         | 70        |
| 5.6      | <i>Entwicklung, kritische Würdigung und Ausblick</i> .....       | 71        |
| <b>6</b> | <b>Fazit, kritische Würdigung und Ausblick</b> .....             | <b>74</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b> .....                                | <b>86</b> |
|          | <b>Anhangsverzeichnis</b> .....                                  | <b>A</b>  |
|          | <b>Anhang</b> .....  | <b>A</b>  |

## Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| <i>Abbildung 1: Tätigkeitsfelder der Realwissenschaft und Querschnittsdisziplin Wirtschaftsinformatik.</i>   | 3  |
| <i>Abbildung 2: Fusion ökonomisch-unternehmerischer Erfordernisse und sozio-technologischer<br/>Entwicklungen durch IT .....</i>   | 9  |
| <i>Abbildung 3: Einordnung des verwendeten Forschungsablaufs .....</i>   | 16 |
| <i>Abbildung 4: Typischer Forschungsprozess dieser Abhandlung. ....</i>  | 17 |
| <i>Abbildung 5: Zuordnung der behandelten Forschungssegmente zu den Forschungsschwerpunkten der<br/>Wirtschaftsinformatik .....</i>  | 19 |
| <i>Abbildung 6: Schematische Darstellung der Arbeit .....</i>  | 20 |
| <i>Abbildung 7: Ineffizienzen an deutschen Hochschulen.....</i>  | 22 |
| <i>Abbildung 8: Schematische Darstellung der CM-Prozessbündel des Akademischen Zyklus .....</i>  | 25 |
| <i>Abbildung 9: Kosten- und Nutzeneffekte einer Wirtschaftlichkeitsbegutachtung. ....</i>  | 27 |
| <i>Abbildung 10: Prozess zur Nutzenbestimmung. ....</i>  | 28 |
| <i>Abbildung 11: Typische Kosten-/Nutzenstruktur einer CMS-Einführung. ....</i>  | 28 |
| <i>Abbildung 12: Verfahren zur Berechnung von Wirtschaftlichkeitsaspekten. ....</i>  | 29 |
| <i>Abbildung 13: Vorgehensmodell zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von CMS. ....</i>   | 31 |
| <i>Abbildung 14: Optimierungspotenziale durch CMS auf (Sub-)Prozessebene. ....</i>   | 32 |
| <i>Abbildung 15: Zehn-Schritte-Vorgehensmodell zur CMS-Wirtschaftlichkeitsanalyse.....</i>   | 33 |
| <i>Abbildung 16: Ermittlung der Kostendämpfungseffekte.....</i>  | 34 |
| <i>Abbildung 17: Forschungsdesign. ....</i>  | 43 |
| <i>Abbildung 18: CG, CSR und CS in Kombination mit IT (Green IT) als Trigger von GB. ....</i>  | 50 |
| <i>Abbildung 19: Forschungsagenda des zugrundeliegenden Aufsatzes. ....</i>  | 51 |
| <i>Abbildung 20: Geplante Kommunikationsinfrastruktur. ....</i>  | 61 |
| <i>Abbildung 21: Zusammenspiel der einzelnen Marktakteure im dargestellten Szenario. ....</i>  | 62 |
| <i>Abbildung 22: Vereinfachte Darstellung eines möglichen „VWK-Betriebsprozesses“ im Projekt.....</i>  | 63 |
| <i>Abbildung 23: 24-Stunden Prognose zur wetterabhängigen, erwarteten Stromproduktion von BHKWs<br/>(in kWh). ....</i>   | 64 |
| <i>Abbildung 24: Geplante „in-House“-Kommunikation einzelner Geräte über ein Gateway per EEBus-<br/>Protokoll zur Datenzentrale. ....</i>  | 65 |
| <i>Abbildung 25: Stromverbrauchskurven von Klasse A-Geräten. ....</i>  | 66 |
| <i>Abbildung 26: Wissenschaftliches Reifegradmodell und methodischer Bezugsrahmen zur Entwicklung<br/>eines Prognose- und Simulationsverfahrens für die Angebots- sowie Nachfrageseite im<br/>Energemarkt.....</i> | 67 |



## **Tabellenverzeichnis**

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Tabelle 0-1: Globale Ansicht sämtlicher Publikationen und Schriften .....</i>             | <i>5</i>  |
| <i>Tabelle 2: Globale Ansicht der Kostenkategorien .....</i>                                 | <i>27</i> |
| <i>Tabelle 3: Evaluationsergebnisse bestehender Green IT-Konzepte.....</i>                   | <i>52</i> |
| <i>Tabelle 4: Ausgewählte Instrumente für ein GB-Framework.....</i>                          | <i>53</i> |
| <i>Tabelle 5: Verbesserungen im Zulieferer- und Kundenservice durch den IT-Provider.....</i> | <i>54</i> |

## Abkürzungsverzeichnis

|         |  |
|---------|--|
| AS      | Anwendungssystem   |
| B2B     | Business to Business   |
| Bit     | binary digit   |
| BISE    | Business & Information Systems Engineering                             |
| BMI     | Bundesministerium des Innern   |
| BSI     | Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik                    |
| CM      | Campus-Management  |
| CMS     | Campus-Management-System   |
| CRM     | Customer Relationship Management                                       |
| DM      | Drittmittel  |
| DMM     | Drittmittelmanagement  |
| EAI     | Enterprise Application Integration                                     |
| EDI     | Electronic Data Interchange  |
| EDIFACT | Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport |
| ERP     | Enterprise Resource Planning   |
| GP      | Geschäftsprozess   |
| GPM     | Geschäftsprozess Management  |
| HTTP    | Hypertext Transfer Protocol  |
| IT      | Informationstechnologie  |
| IPP     | Iteratives Prozessprototyping  |
| IS      | Informationssystem   |
| ISR     | Information System Research  |
| IuK     | Information und Kommunikation  |

|     |  |
|-----|--|
| IWI | Institut für Wirtschaftsinformatik an der Universität Hannover. <sup>1</sup> |
| KMU | Kleine und mittelständische Unternehmen                                      |
| MIT | Massachusetts Institute of Technology  |
| OEM | Original Equipment Manufacturer  |
| PC  | Personal Computer  |
| PM  | Prozessmodell  |
| POS | Point of Sale  |
| SC  | Supply Chain   |
| SCM | Supply Chain Management  |
| VC  | Value Chain  |
| VCM | Value Chain Management   |
| RPM | Referenzprozessmodell  |
| WI  | Wirtschaftsinformatik  |
| WWS | Warenwirtschaftssystem   |
| WWW | World Wide Web   |

---

<sup>1</sup> Vgl.: <http://www.iwi.uni-hannover.de>



## **Vorwort**

Die hier vorgestellte Arbeit ist an der Leibniz Universität Hannover, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, im Rahmen meiner Promotion am Institut für Wirtschaftsinformatik (IWI) entstanden.

Ein Ansporn zur Bereitstellung des vorliegenden Werkes war selbstverständlich der „pflichtgemäße“ Abschluss meines Promotionsstudiums der Wirtschaftswissenschaften. Diese Aussage allein würde dem Gesamtwerk jedoch nicht gerecht werden. Neben einem enormen Maß an Eigeninteresse lag selbstverständlich auch ein erheblicher extrinsischer Motivator vor: ein sozialfähiges und in inhaltlichen Fragestellungen kompetentes Team am IWI. Die persönliche Bedeutung dieser Arbeit ging weit über den Charakter einer „letzten Hürde“ hinaus. Ich sehe sie als eigenen wichtigen Beitrag zur wissenschaftlich fundierten Forschung. Darüber hinaus bietet sie m. E. n. die Chance zur fachlichen Spezialisierung und zur generellen Berufsvorbereitung. Ich habe in den vergangenen dreieinhalb Jahren viel über Projektarbeit und strukturierte Forschung gelernt und würde diese Zeit nicht missen wollen.

Die Ergebnisse der Arbeit werden, so hoffe ich, sowohl der Wissenschaft als auch dem IWI zu Gute kommen. Neben meiner Familie ist dieser Zielgruppe die vorliegende Doktorarbeit sekundär gewidmet. Ich denke, sie dient auch als Basis für viele weitere Antworten auf noch offene Forschungsfragen.

Im Besonderen möchte ich mich an dieser Stelle bei meinem langjährigen Doktorvater Herrn Prof. Dr. Michael H. Breitner bedanken, der mir auch in Konfliktsituationen sinnvolle Impulse gegeben und auch in schwierigen Zeiten an mich geglaubt hat. Darüber hinaus möchte ich Herrn Jun.-Prof. Hans Jörg von Mettenheim sowie meinem Mentor Dr. Wohlers meinen herzlichsten Dank für die nicht nur inhaltliche Betreuung, sondern auch für die langjährige kollegiale und soziale Verbundenheit aussprechen. Sie haben das Ergebnis direkt oder indirekt positiv beeinflusst. Als letztes gilt mein reputabler Dank den Mitautoren, die diese kumulative Promotion in vielerlei Hinsicht ge- und unterstützt haben.

#### Vorbemerkung zum Sprachgebrauch:

Nach Art. 3 Abs. 2 des Grundgesetzes sind Frauen und Männer gleichberechtigt. Alle nachfolgenden Personen- und Funktionsbezeichnungen gelten daher für Frauen und Männer in gleicher Weise. In der Regel werden die Begriffe in männlicher Form, wie z. B. „Anwender“ oder „Benutzer“, verwendet. Diese Begriffe sollen geschlechtsunspezifisch aufgefasst werden und dienen lediglich dem verbesserten Lesefluss.



## Globale Einordnung der Publikationen und Schriften

*„Zu einem vollkommenen Menschen gehört die Kraft des Denkens, die Kraft des Willens, die Kraft des Herzens.“<sup>2</sup>*

Bereits in seiner Diplomarbeit setzte sich der Autor dieser Arbeit mit dem Forschungsschwerpunkt *„Einführung innovativer Informationstechnologie (IT) in komplexen Organisationsstrukturen“* auseinander. Die besagte Diplomarbeit wurde im Jahr 2007 mit dem Thema *„Optimierung integrierter, RFID-gestützter Prozesse und Services für Office-Solutions“* am Institut für Wirtschaftsinformatik der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften an der Leibniz Universität Hannover verfasst. Bestandteil der Arbeit war u. a. eine Wirtschaftlichkeitsanalyse zur Einführung von RFID im Büro-, Logistikmanagement sowie Support- bzw. Value-/Supply-Chain-Management (SCM). Neben weiteren, für die vorliegende Zusammenfassung eher unbedeutenden Schriften wurde im Anschluss an die Diplomarbeit der Fokus auf die Wirtschaftlichkeit von Informationssystemen (IS) gelegt.

Ende 2007 folgte die Vertiefung des Forschungsthemas *„Wirtschaftlichkeit von IS“* durch Erstellung des Gutachtens *„Wirtschaftlichkeitsanalyse von Campus-Management-Systemen im Auftrag der TU9“*.<sup>3</sup> Motiviert wurde das zunächst interne Gutachten durch den Wunsch der betroffenen Universitäten, drei voneinander unabhängige, alternative Campus-Management-Systeme (CMS) auf ihre Eignung für die Organisation, der technologischen Plattform und der Kosten- bzw. Nutzeneffekte hin zu evaluieren. Die Selektion der drei determinierten CMS wurde auf Basis einer zuvor umfangreich erstellten Marktstudie seitens der TU München<sup>4</sup> realisiert. Durch den Erfolg des Gutachtens beflügelt, wurden die praxisrelevanten Erfahrungen sowie die an zwei Universitäten gesammelten empirischen und durch ein Softwareartefakt an sich selbst evaluierten Ergebnisse zur Entwicklung eines neuen Vorgehensmodells zur Untersu-

---

<sup>2</sup> Zitat von Ludwig Andreas Feuerbach (1854): deutscher Philosoph und Anthropologe.

<sup>3</sup> Verband der neun (nach eigenen Angaben) an Drittmitteln und Studierenden größten und führenden technischen Universitäten in Deutschland. Hierzu zählen die RWTH Aachen, TU Berlin, TU Braunschweig, TU Darmstadt, TU Dresden, Leibniz Universität Hannover, Karlsruhe Institute of Technology, TU München und Universität Stuttgart, vgl. <http://www.tu9.de>.

<sup>4</sup> Vgl. Wylbern et al. (2007); internes Gutachten der TU9.



chung der Wirtschaftlichkeit von CMS genutzt. Im Anschluss wurden die Kernelemente des Vorgehensmodells im Rahmen des Aufsatzes „*Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl, die Migration und den Betrieb eines Campus-Management-Systems*“ in der Zeitschrift WIRTSCHAFTSINFORMATIK 52(4) im Jahre 2010 nach eineinhalbjähriger Erstellungs- und Überarbeitungsphase innerhalb der akademischen Gemeinschaft zur Diskussion gestellt (vgl. Anhang Nr. 1 sowie Kapitel 2 dieser Arbeit).<sup>5</sup> Der Artikel zählt zu den wesentlichsten Publikationen des Autors und kann inhaltlich aufgrund des A- bzw. B-Journal-Rankings (VHB WKWI bzw. VHB JQ2) sowie des durchschrittenen Peer-Review-Prozesses einer anerkannten Fachzeitschrift für die betreffende Disziplin als sehr relevant und methodisch rigoros eingestuft werden.

Im Rahmen des Promotionsstudiums konnte ferner dem Thema der Wissenschaftstheorie im Jahr 2008 Beachtung geschenkt werden. Es folgte eine Publikation im IWI-DP Sammelband #31 zu den „*Aspekten der Wirtschaftsinformatikforschung 2008*“ mit dem Thema „*Hauptkritikpunkte von Peter Mertens an den heutigen Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik*“ (siehe Anhang Nr. 3).

Parallel zu der Auseinandersetzung des Autors mit dem Thema „*Campus Management Systeme*“ wurde der Forschungskomplex um weitere interdisziplinäre Themenbereiche der Wirtschaftsinformatik erweitert. In den Jahren 2008 und 2009 folgte die zeitgleiche Beschäftigung mit den Themenfeldern „*Drittmittelmanagement an deutschen Hochschulen*“ und „*Green Business*“. Die Forschungsergebnisse zum letztgenannten Themenfeld mündeten in einen in der PRAXIS DER WIRTSCHAFTSINFORMATIK (HMD, Heft 74) veröffentlichten Artikel namens „*Erweiterter IT-Wertbeitrag durch Green Business*“ im Jahre 2010 (siehe Anhang Nr. 5 und Kapitel 4) ein. Der genannte HMD-Artikel ist von hoher Praxisrelevanz und zählt durch sein B- bzw. D-Ranking (VHB WKWI bzw. VHB JQ2) zu den relevanten Publikationen des Autors.

Im Anschluss an die 23rd EUROPEAN CONFERENCE ON OPERATIONAL RESEARCH 2009 wurde ein veröffentlichter Abstract und Vortrag mit dem Titel „*Multi-Objective Optimization for Planning of Central IT Resources with Focus on Green IT*“ in einem Artikel mit dem Forschungsschwerpunkt „*Green IT: Analyse ungenutzter Potenziale moderner Prozessorarchitekturen*“ zusammengefasst (siehe Anhang Nr. 9).

---

<sup>5</sup> Ein wortgetreuer, aber englischsprachiger Artikel wurde zeitgleich innerhalb der angloamerikanischen Forschungsgemeinschaft platziert (siehe „*Cost-benefit Analysis for the Selection, Migration and Operation of a Campus Management System*“, in Business & Information Systems Engineering (BISE) (2010; Anhang A, Nr. 2)).

Die Untersuchungsergebnisse zum Forschungsthema „*Drittmittelmanagement an deutschen Hochschulen*“ wurden im Aufsatz namens „*Auswirkungen des Strukturwandels deutscher Hochschulen auf die IT-Unterstützung des Drittmittelmanagements*“ aggregiert und in einer überarbeiteten Version mit dem abgewandelten Titel „*IT-gestütztes Management von Drittmitteln im Rahmen des Forschungsmanagements an deutschen Hochschulen*“ im Rahmen der Informatik 2011 (JAHRESTAGUNG DER GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK e. V.) Ende Mai 2011 zur Veröffentlichung angenommen (siehe Anhang Nr. 4, Nr. 10 und Kapitel 3). Der Aufsatz zählt durch sein B- bzw. C-Ranking (VHB WKWI bzw. VHB JQ2) ebenfalls zu den wichtigen Publikationen des Autors.

Mit dem Forschungscluster „*Energie- und Lastmanagement*“ beschäftigte sich der Autor seit Anfang 2010 aufgrund eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie in ressortübergreifender Partnerschaft mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit initiierten E-Energy-Projekts. Die auf den Namen „*Smart Watts*“ getaufte Auftragsforschung ist dabei dem Bereich der Erneuerbaren Energien (EE) zuzuordnen. Ein erster Artikel konnte erfolgreich auf der INTERNATIONAL CONFERENCE OPERATIONS RESEARCH 2010 mit dem Thema „*Analysis of Electrical Load Balancing by Simulation and Neural Network Forecast*“ in München platziert werden und befindet sich momentan im Druck der Proceedings (siehe Anhang Nr. 6).

Der in diesem Themenkomplex zentralste Artikel mit dem Titel „*Two-sided load shifting for Sustainability in Energy Grids*“ wurde bei der 73. WISSENSCHAFTLICHEN JAHRESTAGUNG DES VERBANDES DER HOCHSCHULLEHRER FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT e. V. (VHB/BWL 2011) mit dem Rahmentagungsthema „*Nachhaltigkeit - Unternehmerisches Handeln in globaler Verantwortung*“ im Dezember 2010 eingereicht und im März 2011 angenommen (siehe Anhang Nr. A7 und Kapitel 5). Der Artikel wird darüber hinaus im Juli 2011 in der VHB-zugehörigen Fachzeitschrift Business Research (BuR) eingereicht. Das redaktionell begleitete Peer-Review-Verfahren eröffnet Herr Prof. Dr. Karl Inderfurth.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Anmerkung: Der VHB bildet dabei die - auch für die Wirtschaftsinformatik - wichtigste Institution bei der Bestimmung wissenschaftlicher Qualitätsbewertungen (VHB-Rankings), ist mit seiner Pflingsttagung bis auf das eigene Fachmagazin BUR mit dem Ranking B (nach VHB JQ2.1) - trotz hoch einzuschätzender Reputation und Güte - aus Objektivitäts-gründen bisher jedoch nicht mit im eigenen Ranking aufgeführt. Stand - März 2011.

Ein weiterer themenverwandter, aber unabhängiger Artikel befindet sich aktuell bei der Sonderausgabe Heft 1/2012 - Internet der Energie / Smart Grids - der WIRTSCHAFTSINFORMATIK (Fachzeitschrift) mit dem Titel „*Lastmanagement von Energienetzen - ein integriertes Entscheidungsunterstützungssystem*“ in Begutachtung (siehe Anhang Nr. 8). Thematisch bedient der eingereichte Artikel den Bereich der Koordinationsmechanismen für dezentrale und hybride Erzeugerstrukturen sowie die Simulation von Infrastrukturen energietechnischer Anlagen, wie z. B. die Berechnung Virtueller Kraftwerke (VKW), Belastung in Transport- bzw. Verteilernetzen und Lastgangsimulationen sowie dafür notwendige „*Decision Support Systems*“.

Um sowohl die fachliche Breite als auch Tiefe nachzuweisen, wurde durch die bisherigen A/B- sowie C/D-Veröffentlichungen sowohl der globale als auch der spezielle Charakter einer promotionswürdigen Leistung erzielt. Der Qualitätsanspruch der Veröffentlichungen ist an international gültigen Konventionen ausgerichtet.

Eine Übersicht ausgewählter - auch in Begutachtung befindlicher - Publikationen und Schriften gibt Tabelle 0-1.

Tabelle 0-1: Globale Ansicht sämtlicher Publikationen und Schriften

| Erscheinungs-<br>datum | Status                     | Titel  | Autoren  | Zeitschrift/Buch/Konferenz  | VHB<br>WKWI | VHB<br>JQ2 | Kapi-<br>tel | Anhang<br>Nr. |
|------------------------|----------------------------|--|--|---|-------------|------------|--------------|---------------|
| 02/2009                | öffentlich                 | Hauptkritikpunkte von Peter Mertens an den heutigen Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik.   | Klages, M.<br>Töller, J.   | In: Kehlenbeck et al.: Aspekte der Wirtschaftsinformatikforschung 2008. IWI Discussion Paper # 31, Institut für Wirtschaftsinformatik der Leibniz Universität Hannover, S. 34-81.           | -           | -          | -            | A3            |
| 07/2009                | öffentlich                 | Multi-Objective Optimization for Planning of Central IT Resources with Focus on Green IT<br><br>Green IT - Analyse ungenutzter Potenziale moderner Prozessorarchitekturen  | Klages, M.,<br>Mettenheim, H.<br>J.,<br>(Köpp, C.)                   | In: Valerie Belton, Erwin Pesch, Gerhard J. Woeginger (eds.): Proceedings of the 23rd european conference on operational research, July 5 - 8, 2009, Universität Siegen, Bonn.              | ST          | -          | -            | A9            |
| 03/2010                | in<br>Fachzeit-<br>schrift | Erweiterter IT-Wertbeitrag durch Green Business  | Neumann, M.,<br>Klages, M.,<br>Breitner, M. H.                       | In: Gómez, J. M., Strahringer, S., Teuteberg, F. (Hrsg.): Green Computing & Sustainability – Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 274, dpunkt, Berlin.                                    | B           | D          | 4            | A5            |
| 07/2010                | in<br>Fachzeit-<br>schrift | Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl, die Migration und den Betrieb eines Campus-Management-Systems<br><br>Cost-Benefit Analysis for the Selection, Migration and Operation of a Campus Management System          | Sprenger, J.,<br>Klages, M.,<br>Breitner, M. H.                      | In: Wirtschaftsinformatik 52(4), S. 211-224.<br><br>In: Business & Information Systems Engineering (BISE) 52(4), pp. 219-231.   | A           | B          | 2            | A1<br><br>A2  |
| 09/2010                | im Druck                   | Analysis of Electrical Load Balancing by Simulation and Neural Network Forecast  | Köpp, C.,<br>Mettenheim, H-<br>J.,<br>Klages, M.,<br>Breitner, M. H. | In: Proceedings of the International Conference in Operations Research, Munich.   |             |            | 5            | A6            |
| 10/2011                | ange-<br>nommen            | IT-gestütztes Management von Drittmitteln im Rahmen des Forschungsmanagements an deutschen Hochschulen<br><br>Auswirkungen des Strukturwandels deutscher Hochschulen auf die IT-Unterstützung des Drittmittelmanagements | Ebeling, B.,<br>Klages, M.<br>Breitner, M. H.                        | Zur Veröffentlichung bei der 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e. V. 2011, Berlin. Im Track „Hochschule 2020: IT-Infrastruktur, Organisationsformen und Inhalte“ angenommen. | B           | C          | 3            | A4<br><br>A10 |

| Erscheinungs-<br>datum | Status                        | Titel  | Autoren  | Zeitschrift/Buch/Konferenz   | VHB<br>WKWI | VHB<br>JQ2 | Kapi-<br>tel | Anhang<br>Nr. |
|------------------------|-------------------------------|--|--|--|-------------|------------|--------------|---------------|
| 07/2011                | im Druck                      | Two-sided load shifting for Sustainability in Energy Grids                                 | Klages, M.,<br>Mettenheim, H-<br>J.<br>Köpp, C.<br>Breitner, M. H.   | In: Proceedings der 73. Wissenschaftlichen Jahrestagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. (VHB), BWL 2011.<br><br>Wird 07/2011 in der Zeitschrift Business Research (BuR) eingereicht. |             |            | 5            | A7            |
| (2012)                 | im Peer-<br>Review<br>Prozess | Lastmanagement von Energienetzen - ein integriertes Entscheidungsunter-<br>stützungssystem | Mettenheim, H-<br>J.,<br>Köpp, C.,<br>Klages, M.,<br>Breitner, M. H. | Eingereicht für Sonderausgabe Heft 1/2012 - Internet der Energie / Smart<br>Grids - der Wirtschaftsinformatik und in erster Review-Runde befindlich.   |             |            | 5            | A8            |

Anmerkung: Die Zuordnung des VHB-Rankings wird durch die Wissenschaftliche Kommission „Wirtschaftsinformatik“ im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V. und den Fachbereich Wirtschaftsinformatik der Gesellschaft für Informatik in den WI-Orientierungslisten durchgeführt, vgl. WKWI und GIFB WI (2008); Das Rating im Ranking von VHB-JQ2 und VHB-JQ2.1 der betriebswirtschaftlich relevanten Zeitschriften wird auf der Grundlage von Einschätzungen der Mitglieder des Verbands der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V. vorgenommen, vgl. VHB-JOURQUAL2 (2008/2011)

# 1 Einführung, Einordnung und Abgrenzung

Die heutige Wirtschaftsinformatik leidet unter dem Dualismus zweier Forschungsparadigmen.<sup>7</sup> Wesentliche Ursache für diesen Dualismus ist die Zielrichtung der Wirtschaftsinformatik im Kontext eines entweder gestaltungsorientierten oder verhaltenswissenschaftlichen Ansatzes.<sup>8</sup>

Ähnlich wie der anhaltende „*Methodenstreit*“ innerhalb der empirisch-betriebswirtschaftlichen Managementforschung zur Generierung wissenschaftlicher Erkenntnisse<sup>9</sup> (insbesondere Methoden quantitativer versus qualitativer Natur) werden in der Wirtschaftsinformatik - nicht zuletzt durch international ungleichgewichtige Publikationspolitik mit der Folge entsprechender Rankings als Grundlage - immer wieder Rufe nach einem Bestehenbleiben der Separation dieser Forschungsparadigmen laut.<sup>10</sup>

Die vorliegende interdisziplinäre Arbeit zeigt im Rahmen verschiedenster Forschungssegmente hingegen die Möglichkeit auf, dass eine stringente Verwendung des Methodenpluralismus, wie ihn Österle et al. (2010) in ihrem Plädoyer für Rigor und Relevanz und auch Hevner (2004) postulieren bzw. verteidigen, zu sowohl übereinstimmenden und allgemein akzeptierten Ansichten, Forschungspfaden, Arbeitsweisen als auch Kriterien und letztlich validen Resultaten führt.<sup>11</sup> Damit wird ein sich ergänzender Raum geschaffen, in dem sich die Wissenschaft bewegen und ihre Methoden ergänzend, teilweise gegenseitig bestätigend, verwerten kann. Mit vergleichendem Blick auf die empirisch-betriebswirtschaftliche Managementforschung handelt es sich bei den zugrundeliegenden Ansätzen somit nicht um einander ausschließende oder diametral entgegengesetzte Typen wissenschaftlicher Forschung.<sup>12</sup> Denn beide Paradigmen<sup>13</sup> weisen sowohl immanente Nutzenfelder als auch Störfaktoren auf, die in der Forschungspraxis die Bestimmung der „richtigen“ und angemessenen

---

<sup>7</sup> Vgl. Österle et al. (2010), S. 1ff. Anmerkung: Unter Forschungsparadigma werden - nicht nur im Sinne dieser Arbeit - Forschungsräume determiniert, in denen sich die wissenschaftliche Community bewegt und die Forschung ihres Fachgebiets hinsichtlich zentraler Annahmen sowie - viel gewichtiger noch - ihrer Methoden und Instrumente strukturiert zusammenfasst.

<sup>8</sup> Vgl. Backhaus et al. (2006), S. 136; Weis und Steinmetz (2002), S. 344.

<sup>9</sup> Vgl. Lamnek (2005), S. 21.

<sup>10</sup> Vgl. Hess (2010), S.7ff; Karagiannis (2010), S. 45ff.

<sup>11</sup> Vgl. Hevner (2004), S. 1ff.; Österle et al. (2010), S. 1ff.

<sup>12</sup> Vgl. Heinze (2001), S. 37f.

<sup>13</sup> Der Terminus Paradigma wird häufig heterogen verwendet. Vorliegend soll der Begriff auf seinen Ursprung zurückgeführt werden und als Synonym für Ansatz eingesetzt werden, vgl. Saldern (1995), S. 332.

nen Untersuchungsform erschweren.<sup>14</sup> Jedoch bietet gerade die Kombination von Design Science mit seinen innovativen Artefakten zur Klärung organisatorischer Probleme (vornehmlich im deutschsprachigen Raum) mit der Lösung behavioristischer Fragestellungen (häufiger Ansatz im angelsächsischen Raum) zugleich eine enorme Chance, existierende Phänomene tiefgreifender zu ergründen.

Mit Blick auf

- konkrete Regeln zur rigorosen, zugleich relevanten Forschung mit identifizierbaren Anspruchsgruppen,
- einen klar definierten Erkenntnisgegenstand bzw. Erkenntnisziele sowie
- stringente Forschungsprozesse und transparente Methodenverwendung,
- einheitliche Kriterien für Güte und Gutachtertätigkeiten sowie
- die Bewertung von Wissenschaft per se

ist jedoch noch ein weiter Weg bei der Vereinheitlichung beider Forschungsparadigmen in der Wirtschaftsinformatik bzw. Information Systems Research zu gehen.<sup>15</sup>

Dagegen ist der Gegenstand bzw. Auftrag der Wirtschaftsinformatik in beiden Sprachräumen grundsätzlich vereinbar: die effektive und effiziente Planung, Entwicklung, Implementierung, Verwendung und letztlich Pflege von prozessorientierter Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT, folgend zusammengefasst als Informationstechnologie (IT)<sup>16</sup>) im Wirtschaftsraum und innerhalb der öffentlichen Verwaltung.<sup>17</sup>

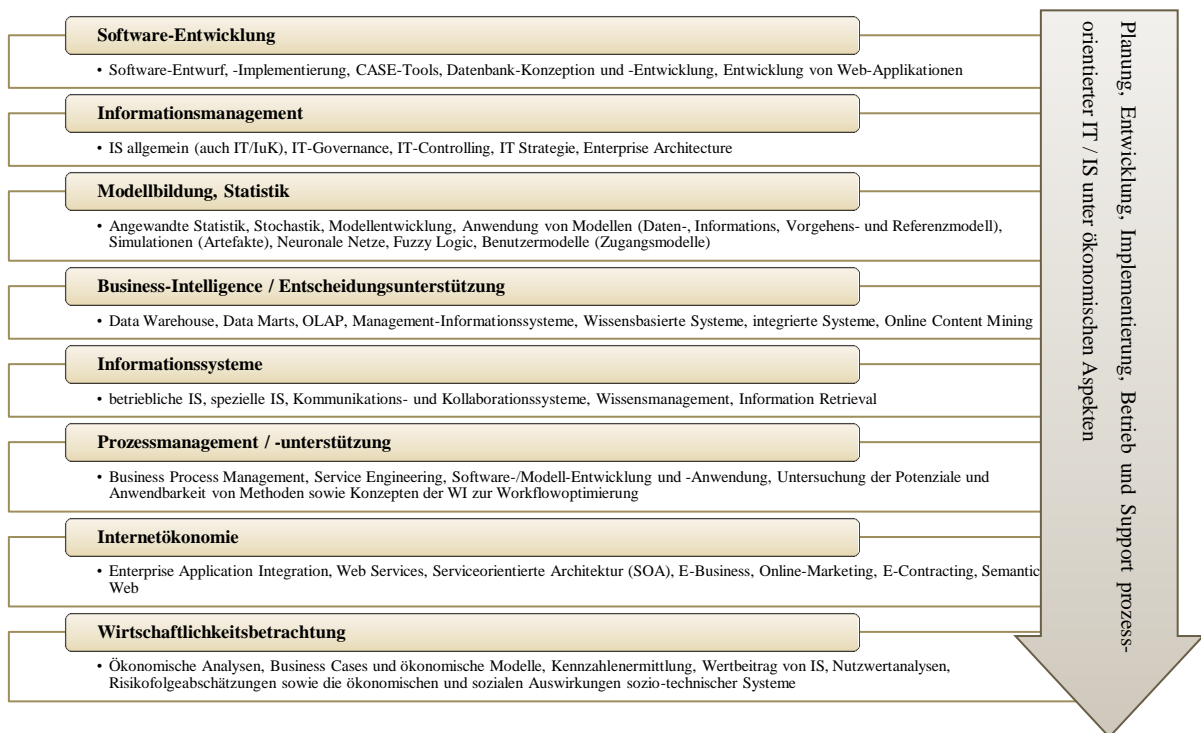
---

<sup>14</sup> Vgl. Koch (1997), S. 123; Schnell et al. (2005), S. 99.

<sup>15</sup> Vgl. Österle (2010), S. 4ff.

<sup>16</sup> Anmerkung: Das Verständnis von Informationssystem, kurz IS, ist im angelsächsischen Raum partiell anders einzuschätzen als die in Deutschland häufig in Verwendung befindliche Terminologie „Informationstechnologie“, kurz IT. Ferstl und Sinz (2006), S. 10ff. weisen in Ihrer Schrift explizit darauf hin, dass im Deutschen der Begriff des IS, IT bzw. IKT nicht klar determiniert ist. Die vorliegende Arbeit verwendet den Begriff IT und inkludiert sowohl softwareseitige, menschliche als auch technische Aspekte; vgl. auch Schryen (2010); Heinrich und Lehner (2005); Krcmar (2005).

<sup>17</sup> Vgl. Krcmar (2010), S. 27.; vgl. Mertens (2002), S. 11.



**Abbildung 1: Tätigkeitsfelder der Realwissenschaft und Querschnittsdisziplin Wirtschaftsinformatik.<sup>18</sup>**

Neben Krcmar (2005) und Mertens (2002) weisen auch Stahlknecht und Hasenkamp (2004) auf diesen interdisziplinären Charakter der Realwissenschaft Wirtschaftsinformatik<sup>19</sup> nicht nur zwischen Betriebswirtschaft und Informatik hin (siehe Abbildung 1).<sup>20</sup> Zwar hat die Auffassung der Wissenschaftlichen Kommission Wirtschaftsinformatik aus dem Jahre 1994 nach wie vor Gültigkeit, wonach IT „[...] soziotechnische („Mensch-Maschine-„) Systeme“<sup>21</sup> seien, die das Ziel der optimalen Bereitstellung von Informationen und Kommunikation nach wirtschaftlichen Kriterien hätten. Doch die Rolle der IT hat sich mit Blick auf die moderne Wirtschaftsinformatik im Verlauf der Zeit zunehmend verändert.<sup>22</sup> Mertens weist darauf hin, dass IT ursprünglich half, „[...] Rationalisierungserfolge auf den ausführenden Ebenen des Unternehmens [...]“<sup>23</sup> zu erzielen. Nach dieser eher technologischen Sichtweise folgte die Herausforderung, menschliche Dispositionen mit Methoden

<sup>18</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Jung und Myrach (2008); McAfee und Brynjolfsson (2008), S. 98ff.; Mertens (2005) und Fachkommission Wirtschaftsinformatik (2007), S. 318ff.

<sup>19</sup> Anmerkung: Realwissenschaften haben konkrete, reale Sachverhalte bzw. Phänomene zum Forschungsgegenstand, vgl. Heinrich (2007), S. 3ff.

<sup>20</sup> Vgl. Stahlknecht und Hasenkamp (2004), S. 8f. Siehe vertiefend: Studienführer Wirtschaftsinformatik, vgl. Mertens et al. (2002), S. 13f.

<sup>21</sup> Vgl. WKWI (1994), S. 80.

<sup>22</sup> Vgl. Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik, kurz WKWI (1994), S. 80.

<sup>23</sup> Vgl. Mertens et al. (2002), S. 13f.



der Mathematik bzw. der Künstlichen Intelligenz zu ersetzen. Heute nimmt die Wirtschaftsinformatik und die zugrundeliegende IT zusätzlich auch noch eine strategische Position als „*Service-Provider*“ innerhalb der Organisation durch Betrachtung der Nutzerseite sowie die Generierung entsprechend optimierter Artefakte, wie neue (Geschäfts-)Modelle, Methoden und prozessorientierte Softwarelösungen unter Bezugnahme des Faktors Mensch ein.<sup>24</sup>

Insbesondere die Transformation zur Informationsgesellschaft<sup>25</sup>, welche durch den rasanten technologischen Fortschritt im Bereich der IT vorangetrieben wird und entsprechende Auswirkungen auf die industriellen und dienstleistenden Wertschöpfungsaktivitäten hat, spielt eine wesentliche Rolle bei dieser Entwicklung. Da wirtschaftliche Organisationen als Teil der Gesellschaft gelten, sind sie von den Umgestaltungen entsprechend betroffen und müssen durch eine geeignete Adaption darauf reagieren. Dies führt zu einer fortschreitenden Digitalisierung des Wirtschaftens, wie es indirekt die Gesetzmäßigkeit der permanenten Miniaturisierung und des zyklischen Technologieschubes als exogene Einflussfaktoren postulieren. Die Folgen dieser Informationsrevolution sind eine erhöhte Heterogenisierung der Nachfrage, kumulativer Marktdruck und letztlich auch eine zunehmende Intensität im Wettbewerb durch die verstärkte Transparenz der Märkte und ihrer Produkte, hervorgerufen durch Entwicklungen wie z. B. das Internet. Ergo führt dies zu einer erheblichen Zunahme wissensintensiver Dienstleistungen, bei dem die Bedarfe des Kunden über Produkt- und Prozessinnovationen mitentscheiden.<sup>26</sup>

Die Wirtschaftsinformatik setzt genau hier an: ihre Arbeitsgebiete befassen sich mit Business Intelligence (z. B. Data-Mining, Operations Research, Stochastik), Informationsmanagement (z. B. IT-Governance, IT-Controlling, Enterprise Architecture), IKT (z. B. betriebliche und spezielle IT), Internetökonomie (z. B. Web Services, E-Business) und Prozessmanagement (z. B. Service Engineering, BPM Reengineering).

In diesem Kontext hat die Wirtschaftsinformatik im Zusammenspiel mit moderner IT in den letzten Jahren die Art des Wirtschaftens tiefgreifend verändert und gilt zugleich als wesentlicher „*Enabler*“ (im Sinne eines verstärkenden Faktors) dieser strukturellen Verän-

---

<sup>24</sup> Vgl. Rolf (1998); Mertens et al. (2002); Österle et al. (2010).

<sup>25</sup> Vgl. Schweigler (2007)

<sup>26</sup> Vgl. Bullinger (2000), S. 6f.

derungen.<sup>27</sup> Darüber hinaus wird IT heutzutage in annähernd jedem Unternehmensbereich, über Value Chains hinweg (Supply Chain) eingesetzt und haben bestimmte Geschäftsmodelle und -strukturen überhaupt erst ermöglicht.<sup>28</sup>

Infolgedessen müssen Organisationen, je besser sie im intensiv umkämpften Wirtschaftsgeschehen bestehen wollen, umso aktiver durch Informations- bzw. Wissensgenerierung und fortwährende Innovationen den genannten Wandlungen und dem Informationsdurst der Gesellschaft aktuell begegnen. Letztlich entsteht ein technologischer Wettbewerb, dessen Kreislauf stets wieder von vorne beginnt.<sup>29</sup>

In diesem Zusammenhang erkannte schon der Ökonom Schumpeter (2008), dass Unternehmer sich insbesondere dadurch auszeichnen, dass sie ihre wirtschaftliche Position stets durch Neuerungen verfeinern und absichern.<sup>30</sup> Demnach ist der Unternehmergeist, welcher Innovationen bewirkt, mitverantwortlich für Wirtschaftswachstum und im Gegenspiel wiederum für den Antrieb des sozialen Wandels.<sup>31</sup> Auf diesen Annahmen Schumpeters aufbauend kann argumentiert werden, dass die IT das Stadium einer Basisinnovation erreicht hat, wie es auch Nicholas G. Carr (2003) in seinem vielzitierten Havard-Business Review-Artikel seinerzeit resümierte.<sup>32</sup> Er ging davon aus, dass die IT am Ende ihres Wachstumszyklus angekommen sei. IT übe keinerlei Wettbewerbsvorteile mehr aus, da sie heute von allen Firmen beherrschbar, nutzbar und notfalls über proprietäre Wege verhältnismäßig günstig einzukaufen sei.

Indirekt verbirgt sich hinter dieser These aber auch die Abkehr von der Dominanz des Sachkapitals vergangener Zeiten hin zur Überlegenheit der Information und des Wissens, welches in Teilen die neue Rolle des Humankapitals und damit der menschlichen Arbeits-

---

<sup>27</sup> Vgl. Hopfenbeck (2002), S. 95f.

<sup>28</sup> Anmerkung: Ward und Peppard schreiben diesbezüglich in ihrem Beitrag für das Journal of Strategic Information Systems: „While investments in IT continue to made for both efficiency and effectiveness purposes, the SIS [Strategic Information Systems] era is premised on management proactively seeking out opportunities for competitive advantage through IT, with approaches to information systems (IS) strategy formulation accommodating the requirement for both alignment of IS/IT investments with corporate strategy and assessing the disruptive impact of technology and the options for its use in shaping business strategy“, vgl. Ward und Peppard (2004), S. 1ff.; vgl. auch Schreyen (2010), S. 225.; BITKOM (2008), S. 5.

<sup>29</sup> Vgl. Downes und Mui (2000), S. 64ff., Haertsch (2000), S. 129.

<sup>30</sup> Vgl. Schumpeter (2008), S. 101ff.

<sup>31</sup> Vgl. Bass (1999), S. 486ff.

<sup>32</sup> Anmerkung: 2003 schrieb Nicholas G. Carr einen vielzitierten Artikel im Havard Business Review, in dem er resümiert, dass IT zu einem notwendigen, jederzeit verfügbaren Werkzeug geworden sei und sich darum zu einer Infrastruktur- bzw. Basistechnologie entwickelt habe. Die Mobilisierung von Informationstechnologien für sich genommen böte darum keinen zusätzlichen Mehrwert in einem Unternehmen. Vgl. Carr (2003), S. 42ff.

kraft einnimmt.<sup>33</sup> Analog gelten diese Entwicklungstendenzen für fast alle Wirtschaftsbereiche, da IT eine Querschnittstechnologie darstellt und ihre Auswirkung nicht nur auf einzelne Industrie- sowie Dienstleistungsareale beschränkt ist.

Speziell in einer Zeit, in welcher sich Produkte immer stärker anhand der Kundenwünsche orientieren müssen, das Customer Relationship Management (CRM)<sup>34</sup> immer wichtiger wird und die Produktlebenszyklen deutlich kürzer werden, spielt die Erhebung, Registrierung, Weiterleitung, Filterung und Speicherung von Informationen innerhalb eines Unternehmens bzw. einer Organisation eine zentrale Rolle. Dies erfordert jedoch u. a. den Ausbau des Wissensmanagements, der Business Intelligence und IT Governance etc., um die erhobenen Daten zu nutzen und so der Gewinnung von Erkenntnissen im Hinblick auf bessere operative, strategische und nachhaltige Entscheidungen näherzukommen, die letztlich der Erzielung von Wettbewerbsvorteilen, der Kundenbefriedigung und der Umweltverträglichkeit dienen.

Werden die Bestandteile der IT nun gesondert betrachtet, so lassen sich folgende Kernelemente bzw. Dimensionen determinieren:

- die **technische Ebene** für einen bestimmten betriebswirtschaftlichen Zweck, wie IT-Komponenten (Hardware) bzw. das IT-System (Software)<sup>35</sup> sowie
- der **menschlicher Faktor**, als Nutzer des Systems<sup>36</sup> und
- der **spezifische, zielgerichtete<sup>37</sup> und workflowoptimierte<sup>38</sup> Einsatzzweck** vor dem Hintergrund eines möglichen organisatorischen Redesigns, vornehmlich von Prozessen<sup>39</sup>, sowie

---

<sup>33</sup> Vgl. Pillar (2006), S. 35.

<sup>34</sup> Anmerkung: Da Kundenbeziehungen nachhaltig ausgerichtet sind, müssen sämtliche kundenspezifischen Unternehmensaktivitäten erhoben und gespeichert werden, um den Erfolg der Unternehmung zu erhöhen. Kausal hierfür ist die Tatsache, dass die Akquise von Neukunden im Verhältnis zur Kundenbindung bis zu fünfmal so kostenintensiv ist. Vgl. Bergmann (1998), S. 105.

<sup>35</sup> Vgl. Mertens et al. (2002), S. 13-14.

<sup>36</sup> Vgl. Krcmar (2005), S. 24-25f.

<sup>37</sup> Vgl. vom Brocke (2003), S. 49: „Ein zielgerichtetes System ist ein spezielles System, dessen Verhalten spezifische Ziele gesetzt sind“ und „Die Ziele sind hinsichtlich Inhalt, Ausmaß und Zeitbezug zu konkretisieren und als Eigenschaften des Systems zu spezifizieren.“; vgl. auch Scheer und Jost (2002).

<sup>38</sup> Anmerkung: In Gablers Wirtschaftslexikon steht der Begriff „Workflow“ für einen speziellen Geschäftsprozess, welcher auf Basis von Arbeitsteilung sowie Routine und im Gegensatz zum Geschäftsprozess unter Zuhilfenahme technischer Systeme abläuft. Durch den Workflow werden die Aufgaben, Verarbeitungseinheiten sowie deren Beziehungsgeflecht innerhalb des Prozesses festgelegt. Vgl. Gabler [2001, o. S.].

<sup>39</sup> Anmerkung: Die Erläuterung des wissenschaftlichen Sinngehalts von Prozessen ist in diesem Kontext von besonderer Bedeutung. Insbesondere die Arbeiten in den 80er und 90er Jahren von Gaitanides, Scheer, Porter, Hammer und

- das IS als unterstützende **Entscheidungsplattform durch systematisches Informationsmanagement**.<sup>40</sup>

Neben der Bestimmung, was IT auszeichnet, ist ein zentrales Thema dieser Zusammenfassung die Determination des Wertbeitrages von IT zum Unternehmenserfolg. Die Identifikation der Potenziale bzw. des (Mehr-)Werts von IT ist allerdings nicht trivial, zumal dem (Mehr-)Wert als abstrakte Größe zumeist der Nutzen einer Leistung zugeordnet wird, aus deren Bemessung die „Preise“ des Produktes oder der Dienstleistung und letztlich auch der Gewinn resultieren. Um demzufolge einen Wert zu schaffen, muss u. a. entschieden werden, welche Ziele mittels welcher Strategie realisiert werden sollen. Dies hat zur Folge, dass für das definierte Ziel einer Optimierung von Geschäftsprozessen und Services eine geeignete Strategie abgegrenzt werden muss, die bestimmt, wie durch die Anwendung von IT in Verbindung mit den zugrundeliegenden Geschäftsprozessen und Produkten der betreffenden Organisation ein „*Surplus*“ bewerkstelligt werden kann. Dabei ist entscheidend, nicht bereits die Möglichkeit einer Effizienzsteigerung via einer beliebigen IT-Lösung als „*Starting Position*“ einer Strategie aufzufassen. Vielmehr bedarf es vor der strategischen Planung einer nüchternen Potenzialbestimmung und einer neutralen Begutachtung der Technologie unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten, damit die Vorteile der Technologie später zielführend in das strategische und letztlich operative Betriebsgeschehen eingeordnet werden können.<sup>41</sup>

Eine Organisation kann im Konkurrenzkampf nur dann dauerhaft existieren, wenn es ihr gelingt, immer wieder aufs Neue Unterscheidungsmerkmale gegenüber den Wettbewerbern zu etablieren, was als strategischer Wettbewerbsvorteil determiniert wird.<sup>42</sup> Ein Beispiel hierfür kann die Fähigkeit sein, zu besonders günstigen Kosten zu operieren oder einen Mehrwert für den Kunden zu erzielen. In dieser Hinsicht sind sowohl die Effizienz und Effektivität der Geschäftsprozesse als auch die gewählte Strategie von besonderer Bedeutung für den Erfolg und die Existenzberechtigung einer Organisation. Diese wirken jedoch auf gänzlich unterschiedliche Art und Weise: Während eine erhöhte Koordinationseffizienz (Markt-, Prozess-, Ressourcen-, Delegationseffizienz) es ermöglicht, Produkte und

---

Champy prägten den Begriff des (Geschäfts-)Prozesses. Sie änderten damit den Fokus des unternehmerischen Handelns weg von der funktions- hin zur prozessorientierten Gestaltung. Vgl. (auch) Gaitanides, M. (2006), Scheer, A.-W. (1999), Porter, M.-E. (1999), Hammer, M. und Champy, J. (2002).

<sup>40</sup> Vgl. Mertens und Griesse (2000), S. 44ff.

<sup>41</sup> Vgl. Brynjolfsson und Hitt (2003), S. 3ff.

<sup>42</sup> Vgl. Porter, M.-E. (1996), S. 62ff.

Dienstleistungen schneller und theoretisch zu günstigeren Preisen anzubieten, gestattet die im Vergleich zur Konkurrenz andersartige strategische Wahl des Wirtschaftens zur Erstellung eines zusätzlichen Wertes für den Kunden hingegen einen höheren Preis am Markt.<sup>43</sup> Während IT dazu in der Lage ist, diese Koordinationseffizienz maßgeblich positiv zu beeinflussen, beschreibt Porter (1996) in diesem Zusammenhang die Strategie als „[...] *the creation of a unique and valuable position, involving a different set of activities.*“<sup>44</sup> Wichtig ist bei der Wahl der geeigneten Wettbewerbsstrategie nun, dass eigene Unternehmen in Bezug zu seinem Umfeld zu setzen, wobei der Kern dieses Umfeldes in der Branche liegt, in der es konkurriert. Eine Branche kann darüber hinaus als unternehmerisches Kollektiv interpretiert werden, dessen Wirtschaftsobjekte enge Ersatzprodukte zueinander verkörpern.<sup>45</sup>

Subsumierend wird der Wettbewerb innerhalb einer Branche nach Meinung des Autors ergänzend zu Porter durch sechs Kräfte bedingt: Die Marktmacht der Konsumenten, die Verhandlungsstärke der Lieferanten, den Markteintritt neuer Unternehmen, die Gefahr von Substituten, die Rivalität unter den bestehenden Konkurrenten und den Reifegrad sowie Wertbeitrag workflowoptimierender IT. Diese sechs Kräfte bestimmen letztlich die Wettbewerbsintensität und Rentabilität einer Branche, weil sie ihrerseits die Preise, die Kosten und den Investitionsbedarf eines Unternehmens beeinflussen.

Vor dem Hintergrund der Gesamtzusammenhänge muss es daher das vorrangige Ziel sein, gerade auch aus Gründen der Wettbewerbsvorteile, der Kundenbindung und der Qualitätssicherung, den Material- und Servicefluss in produzierenden und dienstleistenden Organisationen in der horizontalen und vertikalen Wert(e)kette mit einem lückenlosen und echtzeitnahen Informationsfluss zu koppeln. Schließlich sind Organisationen bzw. Unternehmen nicht länger nur durch Wettbewerber bezüglich der Qualität, Zeit und Flexibilität gefordert, sondern sehen sich obendrein mit einem zunehmenden informationellen Marktdruck konfrontiert, der vor allem die Anpassung an kurze Innovationszyklen und die genannten komplexen Kundenanforderungen verlangt. Schlagworte wie „*Modern Manufacturing*“ und „*Mass Customizing*“ beinhalten dabei Ansätze, auf die veränderten globalen

---

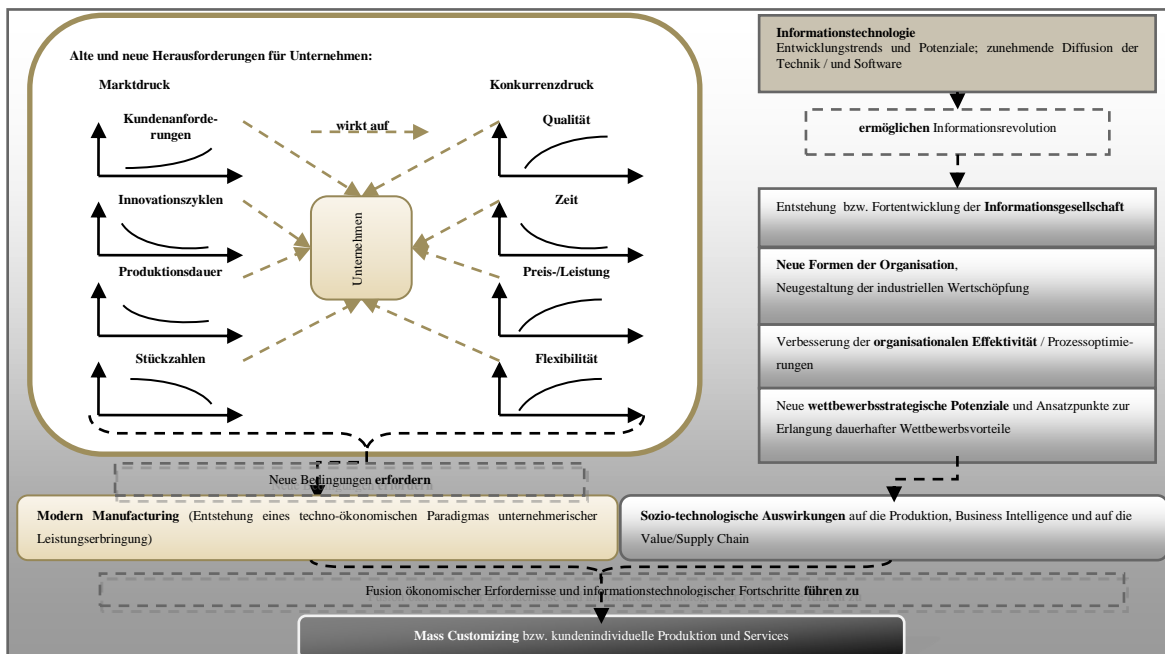
<sup>43</sup> Vgl. Porter, M.-E. (1996), S. 61f.

<sup>44</sup> Porter, M.-E. (1996), S. 68.

<sup>45</sup> Vgl. Porter, M. E. (1999), S. 25ff., Kotabe, M. und Helsen, K. (2003), S. 240f.

techno-ökonomischen und sozio-informellen Bedingungen adäquat zu reagieren.<sup>46</sup> Diese Methoden verschließen sich dabei keineswegs dem betrieblichen Einsatz potenzieller IT, sondern binden sie vielmehr mit ein.

Wie vielfältig die Herausforderungen an heutige Organisationen sind, welche Korrelationen darüber hinaus bestehen und wie sie darauf reagieren können, deutet die nachfolgende Abbildung an:



**Abbildung 2: Fusion ökonomisch-unternehmerischer Erfordernisse und sozio-technologischer Entwicklungen durch IT<sup>47</sup>**

Vor den genannten Hintergründen können zwar die wesentlichen qualitativen Vorteile von IT gekennzeichnet werden, jedoch ist die Bestimmung des quantitativen Wertbeitrags sehr problematisch und seit Jahren diskutiert. Dies ist u. a. auf das in den 80er/90er Jahren in Wissenschaftskreisen vielfach hingewiesene Produktivitätsparadoxon zurückzuführen.<sup>48</sup> Grundlage hierfür sind die in den betreffenden Jahren stark angestiegenen IT-Ausgaben<sup>49</sup>, die volkswirtschaftlich korreliert betrachtet - wider Erwarten - keinen Anstieg der Produk-

<sup>46</sup> Für weiterführende Informationen zum Thema Mass Customization und Modern Manufacturing siehe Pillar, F.-T. (2006).

<sup>47</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Gronau, N. und Gäbler, A. (2006), S. 4f., Pillar, F.-T. (2006), S. 36.

<sup>48</sup> Vgl. Solow (1987): „Wir sehen das Computer-Zeitalter überall außer in den Produktivitätsstatistiken“ (frei übersetzt). Vgl. auch Brynjolfsson (1993), S. 66ff.

<sup>49</sup> Anmerkung: Aktuelle Prognosen des Beratungshauses Gartner gehen für das Jahr 2011 von einer Steigerung der weltweiten IT-Kosten in Höhe von 5,1 Prozent auf 2.750 Mrd. Euro aus. Vgl. Gartner (2011).

tivität nach sich zogen.<sup>50</sup> Neuere, auf Unternehmensebene durchgeführte Untersuchungen von Performance-Kennzahlen etc. deuten aber darauf hin, dass die Wahl der Evaluations-ebene und ungeeignete Forschungsmethoden zum Produktivitätsparadoxon führten.<sup>51</sup> Darüber hinaus werden Fehler bei der Messung der Produktivität, ein Zeitverzug zwischen Implementierung von IT sowie deren operativer Wirkung und letztlich Management-Fehler bei der Einführung von IT sowie fehlende Abstimmung der Organisationsstrukturen auf die neue IT für das Produktivitätsparadoxon verantwortlich gemacht.<sup>52</sup>

Die Untersuchung einer geeigneten Forschungsmethode und -tiefe soll aber nicht weiterer Bestandteil dieser Zusammenfassung sein. Ebenso wenig wird die strategische Bedeutung von IT weiter thematisiert, noch, ob Investitionen zu Wettbewerbsvorteilen führen. Dies wird ähnlich wie eine positive Wirkung von IT auf den Organisationserfolg (abweichend von Carr)<sup>53</sup> mit den bereits genannten Potenzialen vorausgesetzt. Vielmehr wird der richtige Einsatz von IT in Organisationen diskutiert. Darüber hinaus werden Detailfragen thematisiert, die ihren Anstoß zu einem Forschungsthema entweder aus der Wissenschaft oder aus der Praxis erhielten und die IT als treibende „*Basistechnologie*“ tangieren.<sup>54</sup> Relevante Probleme dieser Art sind nach Becker (2010) bspw. das Scheitern von IT-Projekten, ein Wirtschaftlichkeitsvergleich alternativer IT, die Unzufriedenheit mit existierenden Softwarelösungen, Information Overflow, zu hohe Kosten oder mangelnde Akzeptanz von IT.<sup>55</sup>

Die in diesem Forschungsvorhaben geschilderten Ergebnisse langjähriger Forschungsaktivitäten befassen sich mit eben jenen Detailproblemen, welche die Wirtschaftsinformatik adressiert. Auf die jeweils zugrundeliegenden Motive und Forschungsfragen wird im nächsten Unterkapitel eingegangen.

## 1.1 Motivation, Problemstellung und Forschungsfragen

Nach der Beschreibung des Forschungsgebiets, in dem sich der Autor bewegt, werden im Folgenden die jeweilige Motivation zur Forschungsaktivität und die Forschungsfragen

---

<sup>50</sup> Vgl. Ward und Peppard (2004), S. 9f.

<sup>51</sup> Vgl. Teubner (2010), S. 368ff.

<sup>52</sup> Vgl. Wetherbe et al. (2007);

<sup>53</sup> Vgl. Carr (2003).

<sup>54</sup> Vgl. Becker (2010), S. 14f.

<sup>55</sup> Vgl. Becker (2010), S. 13.

erläutert. Gläser und Laudel (2004) zufolge sollte eine entsprechend geeignete Forschungsfrage wie folgt orientiert sein:<sup>56</sup>:

- Sie nutzt bestehendes Wissen (Theorie) als Basis und fragt, was die existierende Theorie bisher nicht beantworten kann.
- Sie fügt existierendem Wissen konkrete Ergebnisse (Modelle, Thesen etc.) hinzu.
- Sie fragt nach einem Kontext (Zusammenhang zwischen Konventionen, Folge und Wirkungen von Prozessen in Gesellschaft oder Natur).
- Sie bezieht sich nicht nur auf den Verlauf eines einzelnen konkreten Prozesses, sondern auf eine Klasse bzw. einen Typ von Prozessen.<sup>57</sup>

Die zu präzisierenden Forschungsfelder folgen diesem Prinzip und untergliedern sich in vier große Teilbereiche mit jeweils eigenen Forschungsfragen, eigenem Untersuchungsgegenstand und einer klaren Zielsetzung (Kapitel 2, 3, 4 und 5). Sie sind separiert zu betrachten und haben keinen direkten Einfluss aufeinander:

## **IT-Wirtschaftlichkeit und Integration (Kapitel 2)**

Die Motivation für die Arbeiten von Sprenger, Klages und Breitner<sup>58</sup> zur Wirtschaftlichkeit von IT geht von einem konkreten Problem aus. Im Rahmen des Forschungsprojekts zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von alternativen Campus-Management-Systemen im Auftrag der TU9 sollten die Kosten- und Nutzeneffekte eines Standardsystems für Hochschulverwaltungen im Kontext des Student Life Cycle eruiert werden. Jedoch zeigte sich, dass bisher existierende Ansätze zur Adressierung der Wirtschaftlichkeit von IT im Hochschulumfeld mit seinen strukturellen Eigenheiten nicht anwendbar sind. Darüber hinaus existierte auch kein spezifisches Vorgehens- bzw. Phasenmodell, um eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung sequentiell durchführen zu können. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, ein eigenes Vorgehensmodell zu entwickeln und im Projekt zu etablieren. Unabhängig vom TU9-Projekt war die spätere Zielsetzung, neben der Unterstützung der Praxis auch einen wissenschaftlichen Diskurs zu initiieren. Die aus der praxisrelevanten Problemstellung herausgelösten Forschungsfragen lauten somit:

---

<sup>56</sup> Vgl. Gläser und Laudel (2004), S. 63ff.

<sup>57</sup> Vgl. Heinrich (2006), S. 3ff.; Gläser und Laudel (2004), S. 63ff.

<sup>58</sup> Vgl. hierzu den Aufsatz Sprenger et al. (2010), siehe Anhang A1/2



- Wie ist eine Wirtschaftlichkeitsanalyse von CMS unter Berücksichtigung hochschulspezifischer Besonderheiten durchführbar?
- Wie kann ein anwendbares Vorgehensmodell zur Wirtschaftlichkeitsanalyse von CMS gestaltet sein?

### **IT-gestütztes Drittmittelmanagement (Kapitel 3)**

Die Basis für den Aufsatz Ebeling et al. (2011)<sup>59</sup> wurde in einem Gemeinschaftsprojekt des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Leibniz Universität Hannover (IWI) mit dem Institut für Zell- und Molekularpathologie (IZMP) der Medizinischen Hochschule Hannover gelegt. Der Verlauf und die Ergebnisse dieser Fallstudie wurden u. a. in zwei Diplomarbeiten am IWI dokumentiert (siehe Ebeling und Beinlich (2009), S. 92-153).

Den Schwerpunkt der Untersuchungen bildete das IT-gestützte Drittmittel- und Multiprojektmanagement aufgrund des Veränderungsprozesses zur Finanzierung von wissenschaftlicher Forschung im deutschen Hochschulsystem.<sup>60</sup> Die Ursache liegt in der Grundmittelversorgung durch die Länder, welche nicht im gleichen Verhältnis angestiegen ist wie die Kosten zusätzlich forschender Institutionen, so dass diese Mittel häufig nur noch zur Sicherung des allgemeinen Lehrbetriebs ausreichen.<sup>61</sup> Um die wissenschaftliche Forschung an deutschen Hochschulen weiterhin auf einem angemessenen Niveau betreiben zu können, ist daher eine vermehrte Akquisition von zusätzlichen Drittmitteln oft unerlässlich geworden. Dabei bestehen die verfügbaren Finanzmittel deutscher Hochschulen im arithmetischen Mittel heute bereits zu über 30 Prozent aus Drittmitteln.<sup>62</sup> Neben der Sicherung der wissenschaftlichen Forschung wurden darüber hinaus weitere Anreize für die Hochschulen zur vermehrten Akquisition geschaffen.<sup>63</sup> Die Höhe der eingeworbenen Drittmittel wird beispielsweise mit der Vergabe leistungsorientierter Mittel<sup>64</sup> verknüpft und dient renommierten Hochschulrankings als Bewertungsindikator.<sup>65</sup> Das Drittmittelmanagement im deutschen Hochschulsystem befindet sich daher in einem Spannungsverhältnis zwischen

---

<sup>59</sup> Vgl. hierzu den Aufsatz Ebeling et al. (2011), siehe Anhang A4.

<sup>60</sup> Vgl. Wissenschaftsrat (2006), S. 51.; Statistisches Bundesamt (2008), S. 40.

<sup>61</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2007), S. 29.

<sup>62</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2007), S. 29-32.

<sup>63</sup> Vgl. Wissenschaftsrat (2006), S. 51-53.

<sup>64</sup> Vgl. Leszczensky und Orr (2004), S. 60-65.

<sup>65</sup> Vgl. DFG (2009), S. 1-212.; CHE (2007), S. 1-276.

der Forderung nach stärkerem Akquisitionsengagement und gleichzeitig strikteren Restriktionen durch erhöhte Anforderungen an detaillierte Verwendungstransparenz und nachweisbarer Leistungsqualität.<sup>66</sup>

Die IT-basierte Vereinfachung von Beantragung, Verwaltung, Staffing und Berichterstattung für das beteiligte Personal stellt vor diesem Hintergrund eine entscheidende Herausforderung für die zukünftige Entwicklung deutscher Hochschulen dar und besitzt darüber hinaus eine hohe Praxisrelevanz. Im Rahmen der Fallstudie und weiterer tiefgreifender explorativer Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass die IT-Unterstützung dieser Verwaltungsabläufe innerhalb der einzelnen Hochschulen jedoch noch weitgehend unzureichend und uneinheitlich ist. Daher ist eine Weiterentwicklung der Informationssysteme erforderlich, die speziell an die verschiedenen Restriktionen und Anforderungen aller am Drittmittelmanagement Beteiligten angepasst wird.

Daraus resultieren die folgenden Forschungsfragen:

- Wie ist der Status Quo des DM?
- Wie sollte ein auf die Organisations- und Prozessstruktur von Hochschulen und Forschungstätigkeiten ausgerichtetes DM IT-seitig unterstützt sein?

#### **IT-Wertbeitrag und Green Business (Kapitel 4)**

Innerhalb einer heutzutage komplexen Value bzw. Supply Chain ist eine Optimierung der Geschäftsprozesse in Bezug auf Nachhaltigkeit nur durch die unterstützende Leistung der IT im Sinne des IT-Providers eines Unternehmens zu realisieren.<sup>67</sup> Vom IT-Provider wird hierbei zunehmend eine aktive Beraterrolle verlangt.<sup>68</sup> Bei der nachhaltigen Optimierung von Strukturen und Prozessen hat er aufgrund seiner internen Erfahrungen die Möglichkeit, sich als Treiber sowie Enabler einer um Nachhaltigkeitsprinzipien erweiterten Corporate Governance im Unternehmen zu etablieren und so eine Ausweitung des IT-Wertbeitrags zu erreichen.<sup>69</sup>

---

<sup>66</sup> Vgl. Martens und Teuteberg (2009).

<sup>67</sup> Vgl. Elkington (1997): „Tripple Bottom Line“.

<sup>68</sup> Vgl. Chen et al. (2009); Melville (2010), S. 1ff.; Makover (2009), S. 25ff.

<sup>69</sup> Vgl. Freundlieb und Teuteberg (2010) auch zum Thema „Einfluss der vernetzten Öffentlichkeit auf Unternehmensentscheidungen vor dem Hintergrund nachhaltigen Wirtschaftens“.

Meinungen interviewter Experten bzw. erste Ergebnisse einer Fallstudie belegen diese These. Dennoch existiert noch kein praxistaugliches Konzept, das den Aufbau sowie den Einsatz der dafür notwendigen IT-Ressourcen im Rahmen eines Green-Business-Ansatzes thematisiert.

Der Aufsatz Neumann et al. (2010)<sup>70</sup> greift diese Thematik auf und untersucht anhand des genannten praxisrelevanten Beispiels, inwieweit der IT-Provider eine aktive Rolle im Unternehmen einnehmen kann und welche ökonomischen, aber auch nachhaltigen Potenziale sich dahinter verbergen.

Die zugrundeliegenden Forschungsfragen lassen sich wie folgt subsumieren:

- Wie können die drei Dimensionen „soziales, ökonomisches und ökologisches Handeln“ innerhalb eines IT-gestützten ganzheitlichen Supply Chain Managementansatzes realisiert werden?
- Wie kann der IT-Provider im Kontext einer Sustainable Supply Chain und unter Verwendung des Green Business Ansatzes zusätzlichen Business Value generieren?

### **IT-gestütztes Energiemanagement (Kapitel 5)**

Die jährlichen Kosten für die Nichtausschöpfung von Energieeinsparungspotenzialen in Europa belaufen sich laut des „Aktionsplans für Energieeffizienz“ der EU-Kommission auf 100 Milliarden Euro.<sup>71</sup> Diese Potenziale müssen laut EU-Aktionsplan unter anderem durch die Förderung des Ausbaus von dezentralen Kapazitäten zur Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte unterhalb der 20-MW-Schwelle und intelligenter Energiemanagementsysteme gehoben werden. Ausgehend von dem Fakt, dass bis heute nur rund 13 Prozent des verbrauchten Stroms in einem kombinierten Kraft-Wärme-Prozess erzeugt werden, wird deutlich, dass die Gesamtenergieeffizienz gesteigert und die Übertragungsverluste im Stromnetz gesenkt werden müssen.<sup>72</sup> Dazu soll insbesondere die Förderung einer verbrauchsnahe Erzeugung auf Basis der erwähnten Technologie beitragen.<sup>73</sup>

---

<sup>70</sup> Vgl. hierzu den Aufsatz Neumann et al. (2010) und Klages et al. (2011), siehe Anhang A5/6.

<sup>71</sup> Vgl. Directorate-General for Energy and Transport (2008); Kamper und Eßer (2009), S. 261f.

<sup>72</sup> Vgl. Dötsch et al. (2009), S. 351ff.

<sup>73</sup> Vgl. hierzu den Aufsatz Klages et al. (2011) und von Mettenheim et al. (2011), siehe Anhang A7/8.

Das dezentrale Energiemanagement bezieht im Kontext eines „virtuellen Bilanzkreises“ neben typischen dezentralen Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer und konventioneller Rohstoffe (wie Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) auch Windparks sowie Photovoltaik- bzw. Solarthermieranlagen (sog. fluktuierende Erzeugungstechnologien) in den Grundlastbetrieb mit ein. Durch hohe Fluktuationen entstehen im Energienetz jedoch immer wieder Peaks, die zu Instabilitäten des Energienetzes führen können.

Die eigentliche „Intelligenz“ eines solchen dezentralen Energiemanagementsystems steckt nun in der leittechnischen Kontrolle und Beherrschung der Komplexität aus mannigfach beeinflussbaren Erzeugungsanlagen auf der einen Seite und dem optimierten industriellen sowie privaten Stromverbrauch auf der anderen Seite. Das klare Ziel ist daher die Vermeidung ineffizienter Last- sowie Erzeugungsspitzen und die hierdurch notwendige präventive Vorhaltung hinreichender Reserveleistungen im Versorgungssystem durch internen Ausgleich innerhalb des virtuellen Bilanzkreises.

Erste Trockenversuche auf Basis von Neurosimulationen zeigen, dass sich durch „Glättung“ der Bedarfslinien in Zeiten des Spitzenbedarfs durch zusätzliche Einspeisung (Peak Load) Potenziale erschließen lassen und dass eine Prognose in Abhängigkeit zu Echtzeitdaten (wie bspw. Wetterdaten etc.) grundsätzlich möglich ist. Auf Seiten der Verbraucher sind Erfahrungen mit der Glättung der Bedarfskurve, beispielsweise mittels dynamischer Preisanreize im Tagesverlauf (Echtzeit oder 24 Std. im Voraus) jedoch nur sehr eingeschränkt vorhanden, sodass sich hier Simulationen anbieten, auf deren Ergebnissen wiederum ein Künstliches Neuronales Netz (KNN) trainiert. Mit diesem KNN lassen sich für gewünschte Lastverschiebungen geeignete Preissignale ermitteln.<sup>74</sup>

Initiiert durch das E-Energy-Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi 2006) wurde im Rahmen der englischsprachigen Arbeit Mettenheim et al. (2011) ein entsprechendes Konzept samt Softwareartefakten zur Prognose und Simulation etabliert.<sup>75</sup>

Die diesen Forschungsbereich tangierenden Forschungsfragen lauten:

- How can we realize an appropriate shift of production and consumption in modern energy grids using information systems and technology available today?

---

<sup>74</sup> Anmerkung: Mehr zum Thema „Lastmanagement mit intelligenten Tarifen“ im Aufsatz von Frey (2009), S. 358ff.

<sup>75</sup> Vgl. hierzu den Aufsatz Mettenheim et al. (2011), siehe Anhang A8.

- How big and of which kind are the potentials of IS based two-sided Load Shifting for Future Energy Networks?

## 1.2 Methodik zur Gewinnung der Ergebnisse

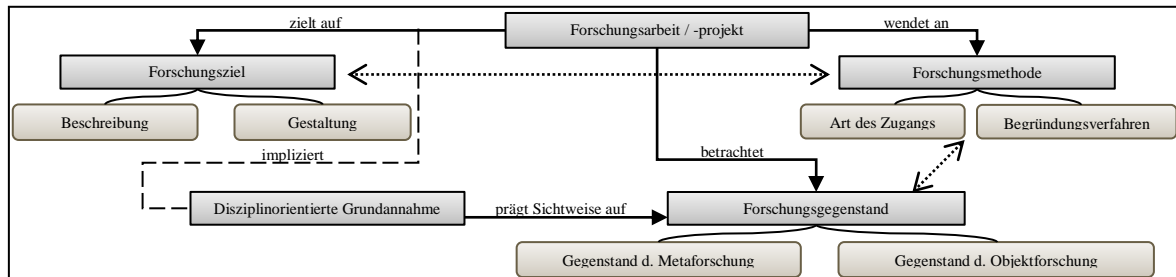


Abbildung 3: Einordnung des verwendeten Forschungsablaufs<sup>76</sup>

Alle vier Forschungssegmente dieser Arbeit haben neben ihrer Verwendung eines aktiven, pluralistischen Methodenspektrums der Wirtschaftsinformatik und Information Systems Research, welches sich aus „*argumentativ-, konzeptionell- und formal-deduktiven Analysen, Prototyping, Fallstudien und quantitativ- empirischen Querschnittanalysen*“<sup>77</sup> zusammensetzt, thematisch folgendes gemein: sie gehen auf die Wirtschaftlichkeit (am Beispiel von CMS), die prozessorientierte Integration in komplexen Organisationsstrukturen (am Beispiel von CMS), die Hebung von Potenzialen bei der Unterstützung von spezifischen Funktionsbereichen (am Beispiel von DM), den Wertbeitrag von IT in der Supply Chain (am Beispiel von Green Business) und zu guter Letzt auf die prognostischen bzw. die allokativen Dynamiken im Betrieb von IT-Artefakten (am Beispiel von Energiemanagement) ein. Aufbauend auf konkreten Forschungsfragen zur Aufklärung der genannten Phänomene und eingebunden in stringente Methodenverwendung, bedienen die genannten Forschungsarbeiten damit die zentralen Elemente, Vorgaben, Forderungen sowie vorherrschenden Denkmuster der deutschen sowie anglo-amerikanischen Wirtschaftsinformatik.<sup>78</sup>

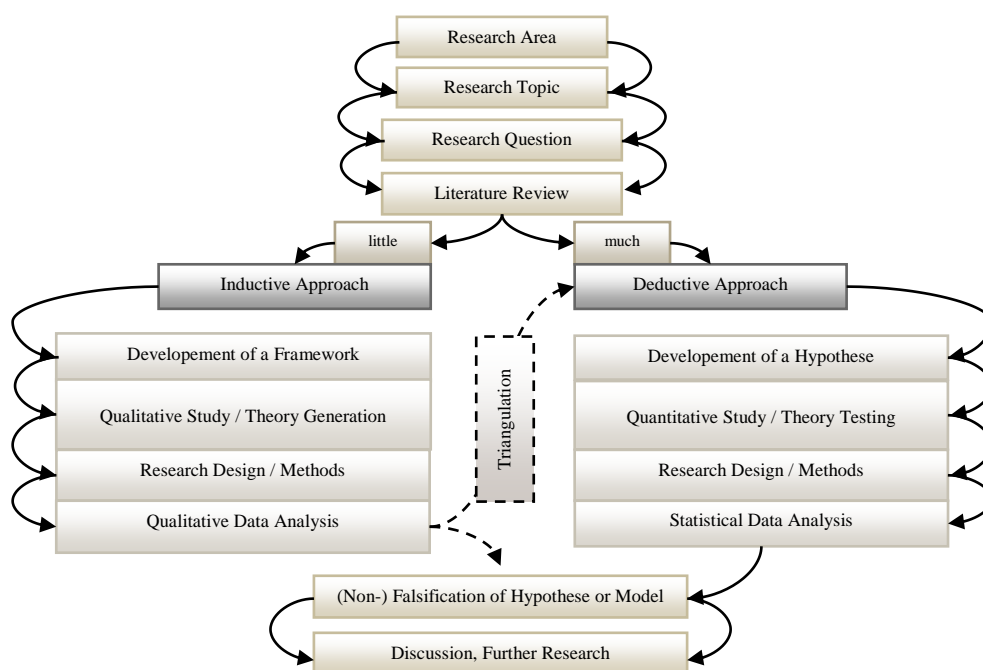
Die folgenden Kapitel greifen die jeweilige Forschungsmethode in den Abschnitten „*Forschungsdesign*“ der betreffenden Aufsätze wieder auf. Zwar folgen die Forschungsdesigns dabei generell einem ähnlichen Forschungsprozess, den auch Lamnek (2005), Bortz und Döring (2005), Mayring (1993) und Heinze (2001) sowie Österle et al. (2010) determinie-

<sup>76</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Lange, C. (2005), S. 2.

<sup>77</sup> Vgl. Wilde und Hess (2007), S. 283ff. Zwecks Definition zu „Forschungsfrage“, vgl. Heinrich et al. (2004), S. 11.

<sup>78</sup> Vgl. Österle et al. (2010).

ren<sup>79</sup>, die Nutzungsmöglichkeit der unterschiedlichen Forschungsdesigns ist jedoch immer stark von situativen Aspekten des Forschungsvorhabens und Untersuchungsgebiets und -gegenstandes abhängig. So sind sowohl quantitative als auch qualitative Methoden aufgrund ihrer individuellen Potenziale in unterschiedlichen Bereichen effektiv verwendbar und liefern je nach speziellem Anwendungsgebiet wertvolle Informationen unterschiedlicher Art.<sup>80</sup> Die Auswahl der „richtigen“ und angemessenen Forschungsweise hängt deshalb davon ab, ob die präferierte Methode der wissenschaftlichen Problemstellung gerecht wird, weshalb jedem Forschungsvorhaben eine inhaltliche Ausgangsanalyse voranzustellen ist.<sup>81</sup>



**Abbildung 4: Typischer Forschungsprozess dieser Abhandlung.**<sup>82</sup>

Die verwendeten Forschungsmethoden sind also auf den Forschungskontext des jeweiligen Untersuchungsgegenstandes ausgerichtet, sodass die Auswahl der Methode keineswegs beliebig vorgenommen wurde. Diese Vorgehensweise entspricht der Empfehlung von Bortz und Döring (2006).<sup>83</sup>

<sup>79</sup> Vgl. Lamnek (2005), S. 21; Bortz und Döring (2005), S. 299; Mayring (1993), S. 20; Heinze (2001), S. 37f.

<sup>80</sup> Vgl. (auch) Grossnickle und Raskin (2001), S. 54; Brosius et al. (2008), S. 20; Popper et al. (1999), S. 8f.; Popper (1989), S. 7ff; Heinze (1995), 27f; Österle et al. (2010).

<sup>81</sup> Zur Vertiefung der Thematik „Forschungsprozess“ sei auf die Quellen von Ferchhoff (1986), S. 240-241; Seipel und Rieker (2003), S. 109; Johnson und Onwuegbuzie (2004), S. 20 verwiesen.

<sup>82</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>83</sup> Vgl. Bortz und Döring (2006), S. 50.

Dem anfangs geschilderten stilisierten Dualismus zwischen den betrachteten Ansätzen in der Forschungspraxis wird in dieser Zusammenfassung durch ein sukzessives, ergänzendes „Nebeneinander“ bzw. einen integrierten Methodenverbund (Triangulation und/oder Inhaltsanalyse (engl. content analysis)) entgegengewirkt. Diese pragmatische Verwendung von Erhebungs- und Auswertungstechniken ist mit Blick auf die möglichen Erkenntnisgewinne eindeutig zu begrüßen, da so ein noch umfassenderes Bild der sozialen und technischen Realitäten als Basis für eine fundierte Paraphrase vor dem Kontext der wissenschaftlichen Gütekriterien Gültigkeit (Validität), Generalisierbarkeit (Repräsentanz), Intersubjektivität (Objektivität), Genauigkeit (Reliabilität) und des Realitätsgehaltes entworfen werden kann.<sup>84</sup>

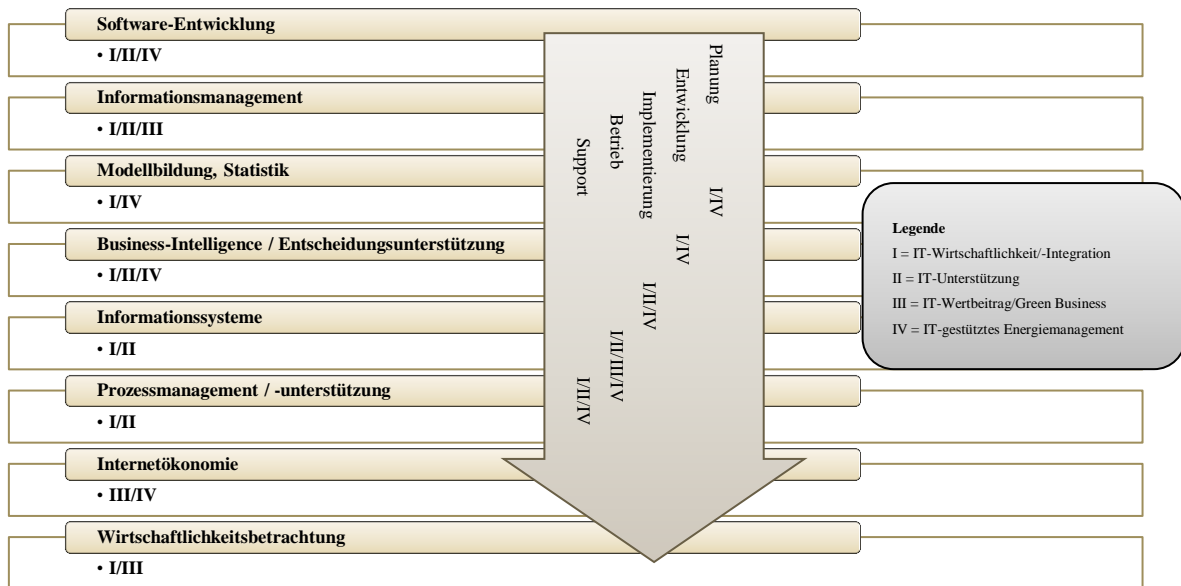
### 1.3 Struktur der Arbeit

Die vorliegende Zusammenfassung der zugrundeliegenden Forschungsaktivitäten differenziert sich in insgesamt sechs Kapitel. Die übergeordneten Forschungssegmente teilen sich hierbei in die vier zentralen Bereiche **IT-Wirtschaftlichkeit und Integration (Kapitel 2)**, **IT-gestütztes Drittmittelmanagement (Kapitel 3)**, **IT-Wertbeitrag und Green Business (Kapitel 4)** sowie **IT-gestütztes Energiemanagement (Kapitel 5)** auf. Abbildung 5 ordnet die Forschungsschwerpunkte den zentralen Wirtschaftsinformatikthemen zwecks besseren Verständnisses zu.

Aufgrund der Komplexität der jeweiligen Themen ist eine stärkere Differenzierung vonnöten. Jeder Themenbereich spiegelt einen eigenen Fokus wider, bildet ein autarkes Forschungssegment mit eigenen Forschungsfragen und wird in einem eigenen Kapitel separiert präsentiert. Der indirekte Bezug der Themen zueinander ist nur im Rahmen der Einführung, Einordnung und Abgrenzung innerhalb der Wirtschaftsinformatik in Kapitel 1 möglich und in Abbildung 5 visualisiert.

---

<sup>84</sup> Vgl. Lamnek (2005); Becker et al. (2010); Österle et al. (2010)



**Abbildung 5: Zuordnung der behandelten Forschungssegmente zu den Forschungsschwerpunkten der Wirtschaftsinformatik<sup>85</sup>**

Kapitel 2 nimmt mit Bezug auf den Lebenszyklus eines Informationssystems eine „*ex-ante*“ Sichtweise ein und untersucht die Wirtschaftlichkeit von IT am Beispiel eines voll integrierten Campus-Management-Systems durch Verwendung von Prognosemethoden vor erfolgter Einführung.

Kapitel 3 greift die Thematik des IT-basierten Drittmittelmanagements auf und untersucht den Status Quo sowie die Potenziale einer optimierten IS-Unterstützung während des operativen Betriebes. Das Kapitel nimmt eine „*ex-templo*“-Perspektive ein.

Kapitel 4 überprüft den Wertbeitrag eines IT(-Providers) zur Etablierung einer um Green Business-Managementansätze erweiterten IT-Governance bzw. Corporate Governance auf Value/Supply Chain Ebene. Dieses Kapitel nimmt eine „*ex-post*“-Sichtweise ein.

In Kapitel 5 folgt eine stark auf neue E-Energy-Technologien fokussierte, selektive Ausarbeitung im Kontext möglicher Potenziale zur Entlastung aktueller Energienetze durch gezieltes Lastmanagement. Mit Blick auf den IT-Lebenszyklus beleuchtet das letztgenannte Forschungssegment alle Phasen und sämtliche Perspektiven.

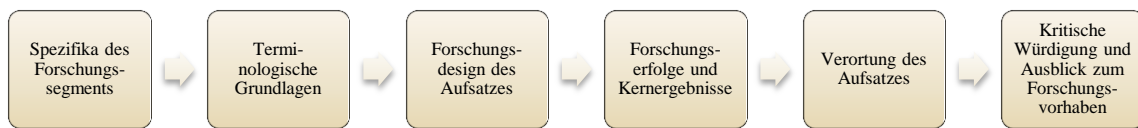
Kapitel 2 bis 5 bilden den Schwerpunkt der Zusammenfassung. Sie stellen die konkreten Ergebnisse der Forschungstätigkeiten dar und binden vorangegangene Abschnitte in themenspezifische Überlegungen ein. Grundsätzlich ist die Struktur dieser Kapitel identisch.

<sup>85</sup> Quelle: Eigene Darstellung.



Zunächst folgt eine spezifische Problemstellung und Eingrenzung der Thematik. Ferner werden die wissenschaftlich zugrundeliegende Terminologie, Stand der Forschung sowie das Forschungsdesign mit Methodenwahl abstrahiert. Anschließend folgt die Darlegung der jeweiligen Kernergebnisse samt Evaluation. Ergänzt wird eine Verortung des jeweiligen Aufsatzes, die Nennung der beteiligten Wissenschaftler, eine kritische Würdigung der erreichten Forschungsergebnisse und eine Klarstellung möglicher Limitationen samt Ausblick.

Abbildung 2 zeigt den strukturellen Aufbau der jeweiligen Kapitel 2 bis 5:



**Abbildung 6: Schematische Darstellung der Arbeit<sup>86</sup>**

Zu guter Letzt folgen in Kapitel 6 eine ergebnisorientierte Interpretation, kritische Würdigung und Entwicklung des Gesamtforschungsvorhabens sowie Ausblick bzw. Empfehlung zukünftiger Forschungen.

---

<sup>86</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

## 2 IT-Wirtschaftlichkeit und Integration

### 2.1 Kurzeinleitung und Spezifika des Forschungssegments<sup>87</sup>

Hochschulen sehen sich in Europa vielfältigen Herausforderungen gegenüber.<sup>88</sup> Dies ist insbesondere auf die Bologna-Reform mit ihrer Modularisierung der Bachelor- und Masterstudiengänge, auf steigende Studentenzahlen sowie auf einen verstärkten Wettbewerb um Studierende und Wissenschaftler zurückzuführen.<sup>89</sup> Der zunehmend energisch ausgetragene Konkurrenzkampf der Hochschulen untereinander erfordert zugleich eine Steigerung ihrer Anziehungskraft durch attraktivere Leistungen.<sup>90</sup> Schließlich gewinnt neben den klassischen Anforderungen wie Exzellenz in Forschung und Lehre der Servicegedanke an Bedeutung. Gerade innerhalb einer Transparenz schaffenden Informationskultur erwarten Studierende als „zahlende“ Kunden - aber auch Dozenten - kundenorientierte Dienstleistungen, Serviceangebote und verbesserte Studienbedingungen im Bereich der Lehrveranstaltungen sowie bei den Verwaltungsprozessen.<sup>91</sup>

In seiner Gesamtheit führt der Veränderungsprozess moderner Hochschulen so zu einem erhöhten Verwaltungsaufwand innerhalb der teils komplexen Organisationsstrukturen, den es jedoch mit nahezu gleichbleibenden Ressourcen zu bewältigen gilt.<sup>92</sup> Neben dem zentralen Thema zum Abbau von Ineffizienzen historisch gewachsener Strukturen ist in diesem Kontext auch die Frage nach der Hebung von Rationalisierungs- und Konsolidierungspotenzialen höchst relevant (siehe Abbildung 7).<sup>93</sup> Zu diesem Zweck benötigen Hochschulen professionell unterstützende IT in Form eines voll integrierten Campus-Management-Systems.<sup>94</sup>

---

<sup>87</sup> Anmerkung: Aufgrund der gemeinsamen Arbeiten in ausführlicher bzw. ähnlicher Form nachzulesen bei Sprenger et al. (2010a/b) sowie Sprenger (2011).

<sup>88</sup> Anmerkung: Die Veränderungen werden auch außerhalb Europas interessiert verfolgt. Beispielsweise wird in Asien geprüft, inwiefern eine Übertragbarkeit des Bologna-Prozesses auf das dortige Bildungssystem möglich ist, vgl. BMBF (2008); Crosier et al. (2007), S. 10; Zgaga (2006), S. 12 ff.

<sup>89</sup> Vgl. Alt und Auth (2010), S. 185f.; Konsortium Bildungsberichterstattung (2006), S. 121; Statistisches Bundesamt (2008), S. 15-19;

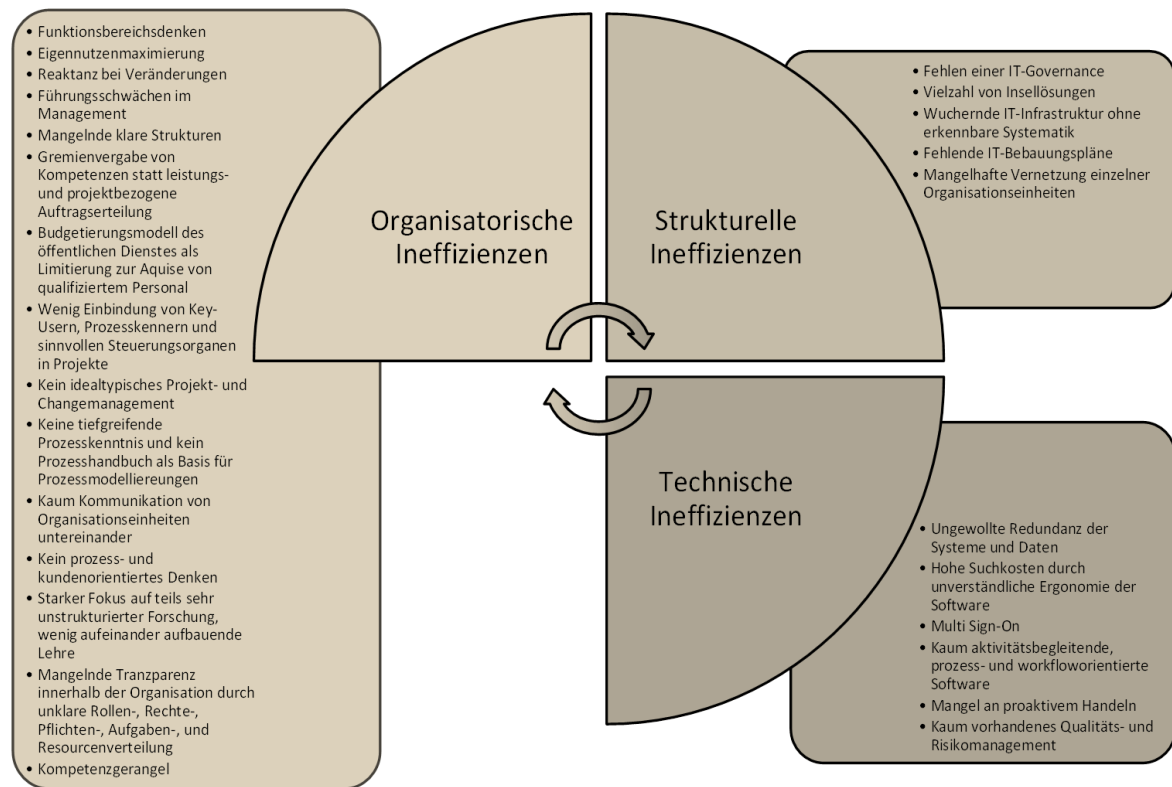
<sup>90</sup> Vgl. Alt und Auth (2010), S. 185f.

<sup>91</sup> Vgl. Pfeiffer et al. (2007), S. 52f.; Alt und Auth (2010), S. 185.

<sup>92</sup> Vgl. HRK (2010), S. 5.

<sup>93</sup> Vgl. Dohmen und Günzel (2007), S. 6.

<sup>94</sup> Vgl. Degenhardt et al. (2009), S. 483 f.; Ederleh (2003); Brune et al. (2009), S. 463; der am Bologna-Prozess ausgerichtete IT-Einsatz wird empfohlen, vgl. HRK (2009), S. 4.; Böhm et al. (2007); Weber (1996), S. 32ff.



**Abbildung 7: Ineffizienzen an deutschen Hochschulen<sup>95</sup>**

Die IT-Strukturen bestehen an Hochschulen jedoch vielfach aus Insellösungen und eine serviceorientierte Administration der IT erfolgt häufig unzureichend.<sup>96</sup> Ein CMS fokussiert sich hingegen auf diese zentralen Prozessbündel und kann bei ordnungsgemäßer, an der Organisation einer Hochschule ausgerichteter Einführung und entsprechend sachgemäßem Betrieb, zur Steigerung der Effizienz und Effektivität der Studienorganisation beitragen.

Somit kann ein CMS in diesem Kontext als Instrument zur Unterstützung der Geschäftsprozesse in Studium und Lehre interpretiert werden und tangiert die IT-gestützte Koordination organisatorischer Abläufe sowie optimierter Workflows der Prozessbündel des Campus-Managements im akademischen Zyklus.<sup>97</sup> Dies führt - bedingt durch Workflow-Vorgaben des jeweiligen CMS - im Umkehrschluss abermals zu Wandlungen innerhalb der Organisationsstrukturen.<sup>98</sup>

Die Einführung eines CMS - verstanden als IT-Großprojekt - erfordert aus diesen Gründen hohe Investitionen in die IT selbst und in die damit einhergehenden Veränderungen inner-

<sup>95</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>96</sup> Vgl. Böhm et al. (2007), S. 11 ff.; Wild (2008), S. 155-163.

<sup>97</sup> Vgl. Dohmen und Günzel (2007); Alt und Auth (2010), S. 186.

<sup>98</sup> Vgl. Alt und Auth (2010), S. 185.

halb der Organisation.<sup>99</sup> Brugger (2009) sowie Dobbins und Witt (1988) rechnen Investitionsentscheidungen daher zu den bedeutsamsten betriebswirtschaftlichen Aufgaben.<sup>100</sup> Dies bestätigen auch Erfahrungen aus Unternehmen, in denen ein grundsätzlich mit CMS vergleichbarer Integrationsprozess von Enterprise-Ressource-Planning-Systemen (ERP) vorgenommen wird.<sup>101</sup> Alt und Auth (2010) weisen zwar ebenfalls auf die Nutzeneffekte in Form einer gemeinsamen Datenbasis, einer Funktionsintegration durch Vermeidung redundanter Funktionalitäten und die Prozessintegration durch funktionsübergreifende Abläufe hin, allerdings stehen den genannten Nutzeneffekten erhebliche Aufwände sowie Risikoaspekte gegenüber.<sup>102</sup>

Diese gilt es innerhalb einer Wirtschaftlichkeitsanalyse der in Frage kommenden Alternativsysteme zu untersuchen. Schließlich haben Hochschulen - unabhängig vom öffentlich-rechtlichen Sonderstatus - als Handlungsgrundlage und damit auch beim Einsatz eines Informationssystems das Ziel der Wirtschaftlichkeit zu verfolgen.<sup>103</sup> Wirtschaftliches Agieren ist darüber hinaus relevant, um sich im eingangs erwähnten internationalen Feld der Hochschulen erfolgreich zu positionieren.<sup>104</sup> Hochschulen stehen dabei vielfach vor der Alternative, existierende IT zu modernisieren oder abzulösen.<sup>105</sup> Aufgrund der großen Höhe des Investitionsvolumens und dem sozio-technologischen Aufwand einer solchen Integration bzw. Migration ist<sup>106</sup> im Rahmen einer Vorphase eines solchen Projekts eine Wirtschaftlichkeitsanalyse der in Betracht kommenden Alternativsysteme durchzuführen.<sup>107</sup>

Untersuchungsgegenstand ist es, den zukünftigen Investitionserfolg der Alternativsysteme zu prognostizieren und diese in Relation zueinander zu bewerten.<sup>108</sup> In der wissenschaftli-

---

<sup>99</sup> Vgl. Bensberg (2009), S. 493.

<sup>100</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 140; Dobbins und Witt (1988), S. 3 ff.

<sup>101</sup> Vgl. Alt und Auth (2010), S. 186.

<sup>102</sup> Vgl. Alt und Auth (2010), S. 186f.;

<sup>103</sup> Vgl. BHO (2009/2010|1969), §7.

<sup>104</sup> Vgl. Janetzke (2001), S. 6; Klug (2009), S. 473; Pfeiffer et al. (2007), S. 9 und 25 ff.

<sup>105</sup> Vgl. Sneed 2003, S. 599.

<sup>106</sup> Vgl. Bensberg (2009), S. 493.

<sup>107</sup> Vgl. Zarnekow et al. (2004), S. 181.

<sup>108</sup> Vgl. Ney et al. (2006), S. 16; Biethahn et al. (2004), S. 360.

chen Literatur werden diverse Ansätze und Vorgehensweisen der Kosten- und Nutzenerfassung diskutiert, die Pietsch (2003) in seinem Methodenvergleich subsumiert.<sup>109</sup>

Jedoch existiert zum Thema Wirtschaftlichkeitsanalyse keine auf die Spezifika einer Hochschule ausgerichtete Vorgehensweise, sodass das Institut für Wirtschaftsinformatik der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover im Rahmen einer Studie für die TU9<sup>110</sup> zu diesem Zweck ein Vorgehensmodell zur Wirtschaftlichkeitsanalyse eines CMS entwickelte. Das Vorgehensmodell konnte im praxisrelevanten Kontext zweier Referenzhochschulen unter Einbezug empirischer Daten erfolgreich angewandt werden. Im Detail stellt sich das Modell der wissenschaftlichen Diskussion.

## 2.2 (Terminologische) Grundlagen

### 2.2.1 *Campus-Management, Akademischer Zyklus und Campus-Management-Systeme*

Campus-Management (CM) umfasst die Gesamtheit der im akademischen Zyklus (siehe Abbildung 8) dargestellten relevanten, verwaltungsintensiven Bereiche, welche Studierende während ihres Studiums, inklusive vor- und nachgelagerter Aktivitäten, absolvieren.<sup>111</sup> Damit erstreckt sich CM von der Information Studieninteressierter, der Bewerbung, der Studienplatzvergabe sowie der Immatrikulation über die Lehrveranstaltungsplanung und die Prüfungsorganisation bis zur Kontrolle der Studienleistungen und der Alumniverwaltung.<sup>112</sup> Ein entsprechend voll integriertes IS wird in diesem Kontext CMS genannt und ist als Instrument zur Unterstützung der Geschäftsprozesse in Studium und Lehre zu interpretieren (TU9 2007).<sup>113</sup>

Ein CMS sorgt für einen optimierten Workflow der Prozessbündel des Campus-Managements im akademischen Zyklus und dient der IT-gestützten Koordination organisatorischer Abläufe.

---

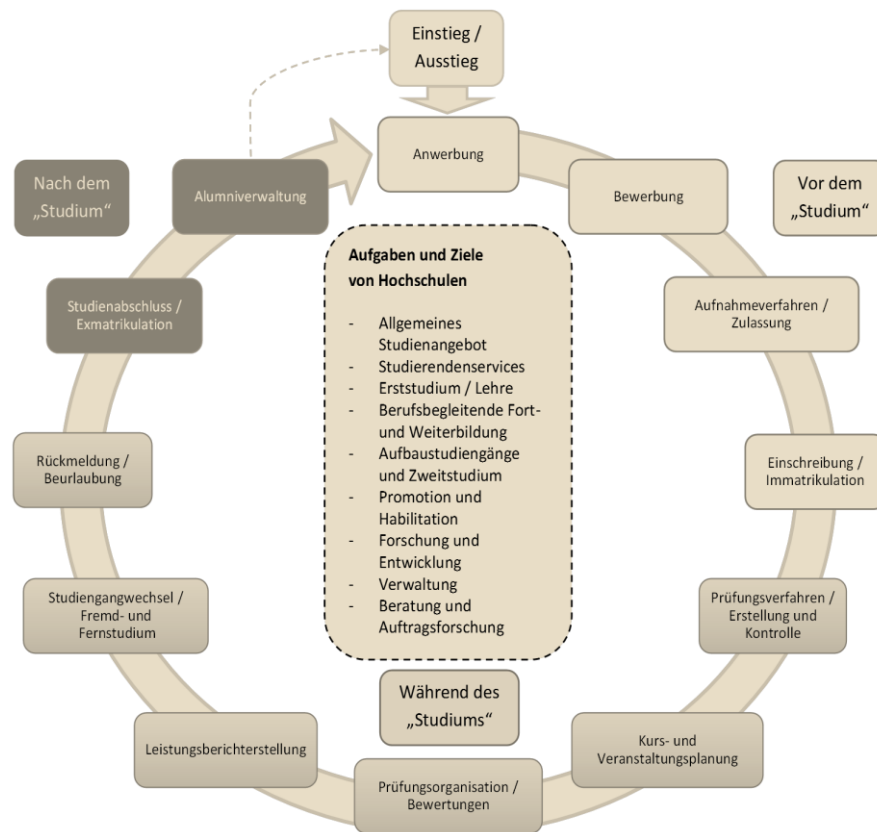
<sup>109</sup> Vgl. Pietsch (2003), S. 161ff.

<sup>110</sup> Vgl. TU9 (2008).

<sup>111</sup> Vgl. Alt und Auth (2010), S. 187f.

<sup>112</sup> Vgl. Janneck et al. (2009), S. 453.

<sup>113</sup> Vgl. TU9 (2007), o. S.



**Abbildung 8: Schematische Darstellung der CM-Prozessbündel des Akademischen Zyklus<sup>114</sup>**

Dies sind beispielsweise die durch ein CMS in weiten Teilen digitalisierten und automatisierten Bewerbungs-, Zulassungs- und Einschreibungsprozesse neuer Studierender. Exemplarisch zu nennen sind weitere konstituierende Merkmale wie die webbasierte Prüfungsanmeldung, Notenerfassung und Leistungsdokumentation, die Buchung von Räumen sowie die Belegung von Veranstaltungen inklusive automatisierter Platzvergabe bei Teilnahmebeschränkungen. Ferner ermöglichen CMS ein Beitrags- und Gebührenmanagement sowie eine Evaluation der Lehre und die Lieferung der amtlichen Statistik. Darüber hinaus bieten CMS eine digitale Studentenakte sowie webbasierte Optionen der Selbstverwaltung für Studierende (Stammdatenpflege, Statusanzeige, Fortschrittskontrolle). Eine elektronisch unterstützte Prüfungsorganisation mit einer durch die Studierenden und Dozenten selbst durchgeführten Dateneingabe kann beispielsweise den im Prüfungsamt auftretenden hohen Aufwand an Routinetätigkeiten reduzieren.<sup>115</sup> Je nach CMS variiert der Unterstützungsgrad.<sup>116</sup>

<sup>114</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>115</sup> Vgl. Sprenger et al. (2010), S. 212.

<sup>116</sup> Vgl. Sprenger et al. (2010), S. 215f.

Auf diese Weise trägt ein CMS dazu bei, Ineffizienzen manueller Bearbeitung und wiederkehrender Aufgaben sowie Medienbrüche zu reduzieren. Durch die integrierte Datenhaltung dient ein CMS zudem der Verbindung der Prozesswelten von zentraler Hochschulverwaltung, Fakultäten und Instituten.

Allerdings steht ein fest definierter Begriff von CMS in der Literatur nach Alt und Auth (2010) noch aus. Eine Eingrenzung lässt sich anhand einiger Grundsätze hingegen vornehmen:<sup>117</sup> CMS werden wie eine modular strukturierte Standardsoftware entwickelt, entsprechen den Prinzipien integrierter Systeme und können im Bedarfsfall entsprechend parametrisiert sowie individuell angepasst werden. Darüber hinaus decken sie aus funktionaler Sicht sämtliche operativen sowie alle Planungs- und Kontrollfunktionalitäten einer Hochschule ab.<sup>118</sup>

### **2.2.2 Wirtschaftlichkeit bzw. Kosten- / Nutzeneffekte**

In Erweiterung des Vorgehensmodells für den Auswahlprozess von Software nach Ahlemann (2004)<sup>119</sup> ist eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nach der vorausgehenden Definition der Anforderungen, einer Grobauswahl sowie einer Vorauswahl zu durchlaufen. Ziel ist es, den zukünftigen Investitionserfolg der Alternativsysteme zu prognostizieren und diese in Relation zueinander zu bewerten.<sup>120</sup> Wirtschaftlichkeit gilt dabei als Ausprägung des Rationalprinzips. Ein optimales Verhältnis von eingesetzten Mitteln und zugehörigem Ergebnis wird allgemein angestrebt.<sup>121</sup> Der Quotient aus Einnahmen (Nutzen) und Ausgaben (Kosten) beschreibt dabei die Wirtschaftlichkeit.<sup>122</sup>

Darüber hinaus wird zwischen monetär bewertbarem Nutzen, quantifizierbarem, aber monetär nicht bewertbarem Nutzen und nicht quantifizierbarem Nutzen unterschieden.<sup>123</sup> Nach Elram und Siferd (1989) sowie Wild und Herges (2000) gilt es in Anlehnung an den TCO-Ansatz zudem, direkte und indirekte Kosten zu erfassen (siehe Abbildung 9).<sup>124</sup>

---

<sup>117</sup> Vgl. Alt und Auth (2010), S. 185.

<sup>118</sup> Vgl. Brune et al. (2009), S. 486.

<sup>119</sup> Vgl. Ahlemann (2004), S. 63ff.

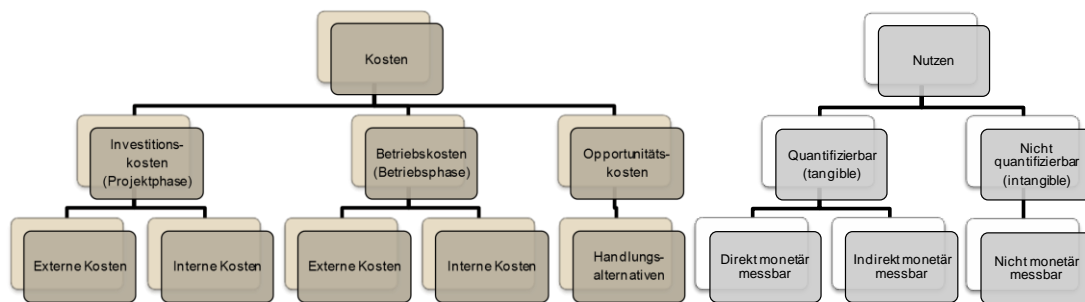
<sup>120</sup> Vgl. Ney et al. (2006), S. 16.

<sup>121</sup> Vgl. Biethahn et al. (2004), S. 361; zwecks Überblick vgl. Brugger (2009).

<sup>122</sup> Vgl. Pietsch (2003), S. 15f.; Wehrmann und Zimmermann et al. (2006), S. 20.

<sup>123</sup> Vgl. Klock et al. (2008), S. 68 f.; Krcmar (2005), S. 404 ff.

<sup>124</sup> Vgl. Elram und Siferd (1989); Wild und Herges (2000), S. 9-16.



**Abbildung 9: Kosten- und Nutzeneffekte einer Wirtschaftlichkeitsbegutachtung.**<sup>125</sup>

Brugger (2009) führt zusätzlich für die Kostenseite eine strukturierte Auflistung durch, um Transparenz über die Kosten zu erhalten und die Wirtschaftlichkeitsfaktoren zu klassifizieren (siehe Tabelle 2).<sup>126</sup> Die innerhalb der Einführungsphase anfallenden Kosten (Projektkosten) und die Kosten für den Betrieb des Systems (Betriebskosten) sind zu unterscheiden.<sup>127</sup> Beide Kostenphasen lassen sich weiter unterteilen. Die externen Projektkosten sind Einmalkosten, die während der Migration anfallen und durch externe Instanzen in Rechnung gestellt werden. Sie sind anbieter- bzw. produktspezifisch und jeweils individuell zu ermitteln. Die internen Projektkosten sind Einmalkosten, die bei der Migration auf ein neues System intern anfallen. Weiter zu unterteilen sind diese in projektbezogene interne Personalkosten (internes Projektteam) und Mehraufwände, die in Folge der softwaretechnischen und organisationalen Umstellung in einer Hochschule auftreten. Häufig wird diese Kostenkategorie bei der Erfassung von Projektkosten vernachlässigt.<sup>128</sup>

**Tabelle 2: Globale Ansicht der Kostenkategorien**<sup>129</sup>

|                  | Einmalige Projekt-/Investitionskosten  | Laufende Betriebskosten  |
|------------------|--|--|
| Extern anfallend | Kosten, die an außenstehende Vertragspartner zu leisten sind, i. d. R. Kosten für Dienstleistungen und Kosten für Anschaffungen. | Kosten, die an außenstehende Vertragspartner zu leisten sind, i. d. R. Kosten für Dienstleistungen.                    |
| Intern anfallend | Kosten im Rahmen interner Leistungsverrechnung, u. a. personenbezogene Kosten, „Backfilling“, Infrastrukturaufwendungen          | Applikationskosten (Software), Plattformkosten (Hardware) und allgemeine Kosten. Zudem Kosten einer Außerbetriebnahme. |

<sup>125</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Brugger (2009); Wild und Herges (2000), S. 9-16.

<sup>126</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 63 f.

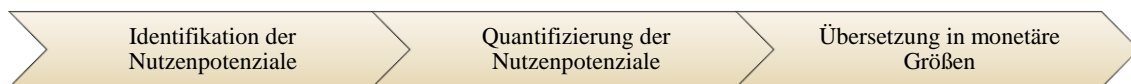
<sup>127</sup> Vgl. Keen (1991); WiBe (2004), S. 39 ff.

<sup>128</sup> Vgl. Brugger (2005), S. 66.

<sup>129</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Brugger (2009), S. 63ff.; Sprenger (2011), S. 31.

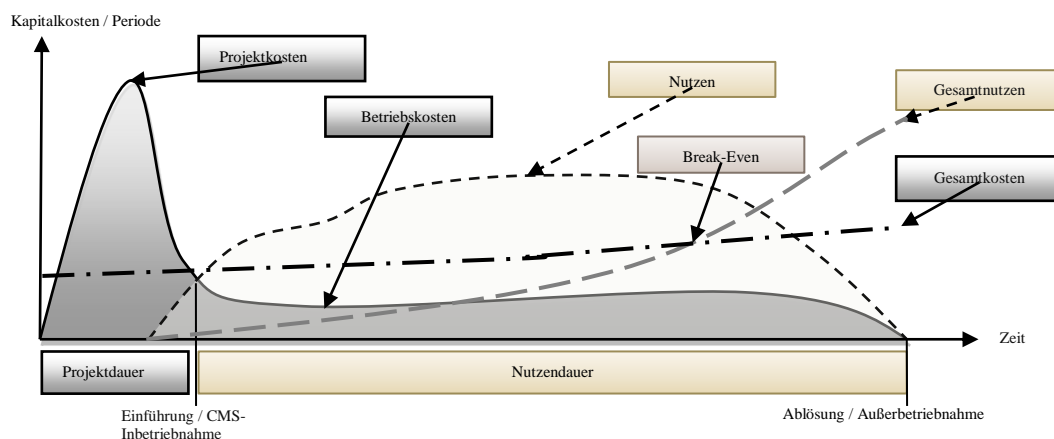


Überdies ist der Nutzen zu berücksichtigen. Im Regelfall wird dieser erst im operativen Betrieb realisiert. Dabei ist die Bewertung der Kosten in der Forschung inzwischen weitgehend gelöst, die Bewertung des Nutzens stellt jedoch eine Herausforderung dar.<sup>130</sup> Dies liegt neben den noch immer andauernden Untersuchungen zum Produktivitätsparadoxon von IT auch an der schwierigen Zuordnung der realisierten IT-Optimierungen. Vielfach sind diese nicht direkt erkennbar und führen auch zu keinem monetär bewertbaren bzw. messbaren Wertbeitrag. Aus diesem Grund wird ausgehend vom Istzustand der inkrementelle Nutzen häufig durch Relation zum Sollzustand qualitativ erhoben.



**Abbildung 10: Prozess zur Nutzenbestimmung.**<sup>131</sup>

Grundsätzliche Schwierigkeiten resultieren aus der alleinigen Konzentration auf monetäre Aspekte, was vielfach zu kurz greift. Der Einbezug qualitativer Aspekte ist erforderlich, um den erzielten Nutzen, der nur schwer monetär messbar ist, sichtbar zu machen.<sup>132</sup> Zur Interpretation vieldimensionaler Erträge bietet es sich an, die Perspektive der Entscheidungsorientierung zu verfolgen. Nach Biethahn (2004) haben sich in diesem Kontext in Abhängigkeit von der Ausgangssituation und Zielsetzung verschiedene Methoden als sinnvoll erwiesen. In diesem Fall werden Werte auch über Schätzverfahren ermittelt.<sup>133</sup>



**Abbildung 11: Typische Kosten-/Nutzenstruktur einer CMS-Einführung.**<sup>134</sup>

<sup>130</sup> Vgl. Milis und Mercken (2004); Pietsch (2003), S. 37; Brugger (2009), S. 84.

<sup>131</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Brugger (2009), S. 85.

<sup>132</sup> Vgl. Biethahn et al. (2004), S. 360; Simmons (1998), S. 113.

<sup>133</sup> Vgl. Biethahn et al. (2004), S. 361.

<sup>134</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Brugger (2009).

Auf die einzelnen Verfahren<sup>135</sup> wird im Rahmen dieser Arbeit nicht vertiefend eingegangen.<sup>136</sup>

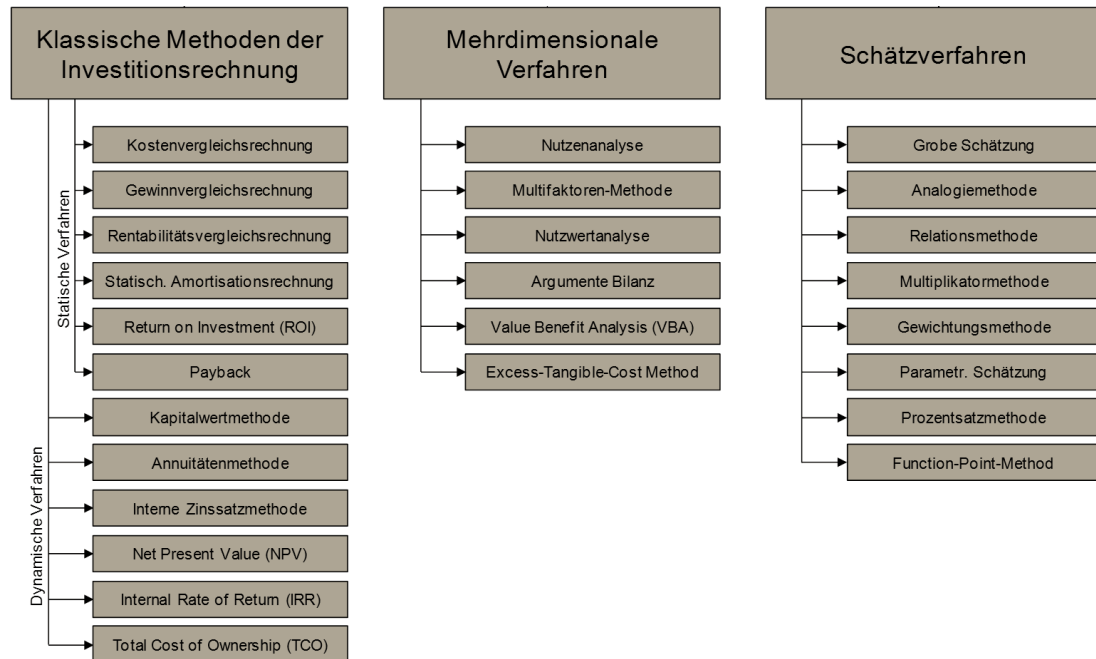


Abbildung 12: Verfahren zur Berechnung von Wirtschaftlichkeitsaspekten.<sup>137</sup>

## 2.3 Forschungsdesign

Untersuchungsgegenstand des vorliegenden Aufsatzes ist die Wirtschaftlichkeit von alternativen CMS. Zur Ermittlung dieser Wirtschaftlichkeit wird ein Vorgehensmodell entwickelt und detailliert erläutert.<sup>138</sup> Zentralen Schlüsselpersonen wie IT-Fachleuten und Entscheidungsträgern an Hochschulen wird damit ein Leitfaden für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von CMS unter Bezugnahme der typischen Eigenarten und Merkmale im Hochschulumfeld zur Verfügung gestellt.

<sup>135</sup> Anmerkung: Zu den einzelnen Verfahren vgl. Brealey et al. (2009); Götze und Bloech (2008); Bohm und Lüder (2006); Brugger (2009); Brigham und Houston (2007); Mishan und Quah (2007); Grob (2006); Kruschwitz (2003); Betge (2000); Dobler und Burt (1996); Elram (1995); Simmons (1998); Pietsch (2003); Dölle (1993); Kargl (1990); Nagel (1990); Zangemeister (1976); Riebel (1992); End et al. (1990); Gerken (1988); Seibt (1987); Noth und Kretschmar (1986); Sattler (1978); Sprenger (2011), S. 33.

<sup>136</sup> Anmerkung: Statische Verfahren verwenden Erfolgsgrößen der Kosten- und Erlösrechnung. Dadurch soll der Datenerhebungsaufwand gering gehalten und der Rechenaufwand begrenzt werden. Bei den dynamischen Verfahren werden mehrere Perioden unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit betrachtet. Der aufgewendete Barwert für die Investition wird den Barwerten der Einnahmen in einer über mehrere Rechnungsperioden angelegten Planung gegenübergestellt. Vgl. Wiczorrek und Mertens (2007), S. 234; Brugger (2009); Biethahn et al. (2004), S. 361; Pietsch (2003), S. 59.

<sup>137</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Brugger (2009); Wild und Herges (2000), S. 9-16; Sprenger (2011), S. 33.

<sup>138</sup> Vgl. auch Sprenger et al. (2010a/b), S. 213 und Sprenger (2011), S. 35f.

Im Rahmen einer vorausgehenden Status-Quo-Untersuchung zum Stand der Forschung wurde deutlich, dass zwar unterschiedliche Methoden und Verfahren zur Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsbeurteilung existent sind, aber keine geeignete im vorliegenden Kontext einer CMS-Evaluation. Die Beschäftigung mit dem Forschungssegment wurde umso dringlicher, da auch das Bundesministerium des Innern im Jahr 2007 (BMI) zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in der Bundesverwaltung aufrief. Entsprechend galt es, ein Vorgehensmodell zur Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von CMS zu schaffen. Das Vorgehensmodell wurde zunächst qualitativ in konzeptioneller Form entwickelt und anschließend im praxisrelevanten Rahmen des TU9-Projekts erfolgreich verfeinert und ausgebaut, sodass die verwendete Forschungsmethode der Handlungs- bzw. Aktionsforschung zuzurechnen ist.<sup>139</sup> Sowohl bei der Problemdefinition als auch beim Lösungsentwurf konnten die Akteure der einzelnen Organisationseinheiten mit einbezogen werden.<sup>140</sup> Als Instrumente wurden Befragungen, Gruppendiskussionen, Inhaltsanalysen von Berichten und Protokollen zur Datensammlung verwendet. Nach Sichtung der Fakten wurden Handlungszusammenhänge und Interpretationsmuster deutlich. Ferner konnten diese im Kontext des Untersuchungsobjekts nach Analyse und Interpretation wiederholt mit den Schlüsselpersonen diskutiert werden. Unter Berücksichtigung der spezifischen Gegebenheiten einer Hochschule und ihrer Akteure wurde ein erstes Vorgehensmodell zur Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl eines CMS entwickelt.<sup>141</sup> Das Vorgehensmodell wurde anschließend im Szenario zweier Hochschulen unter Einbezug empirischer Daten angewendet. Dabei erfolgte eine erneute Datensammlung, -auswertung, -analyse und -interpretation. Allgemein betrachtet bilden die angesammelten Fakten die Basis des Diskurses, in dem eine Handlungsorientierung erreicht bzw. ein individuell adaptiertes Vorgehensmodell entwickelt wird.<sup>142</sup>

Das Vorgehensmodell besteht aus vier Basismodellen und den daraus folgenden zehn, auf (IT-)Projektmanagement basierenden Schritten zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von CMS (siehe Abbildung 13).

---

<sup>139</sup> Vgl. zum Thema Aktionsforschung Burns (2007); Kemmis und McTaggart (2005); Frank et al. (1998), S. 3f.

<sup>140</sup> Vgl. Sprenger (2011), S. 34; Bortz und Döring (2006), S. 50.

<sup>141</sup> Vgl. Sprenger et al. (2010a/b), S. 214.

<sup>142</sup> Vgl. Sprenger (2011), S. 34; Frank et al. (1998), S. 4.

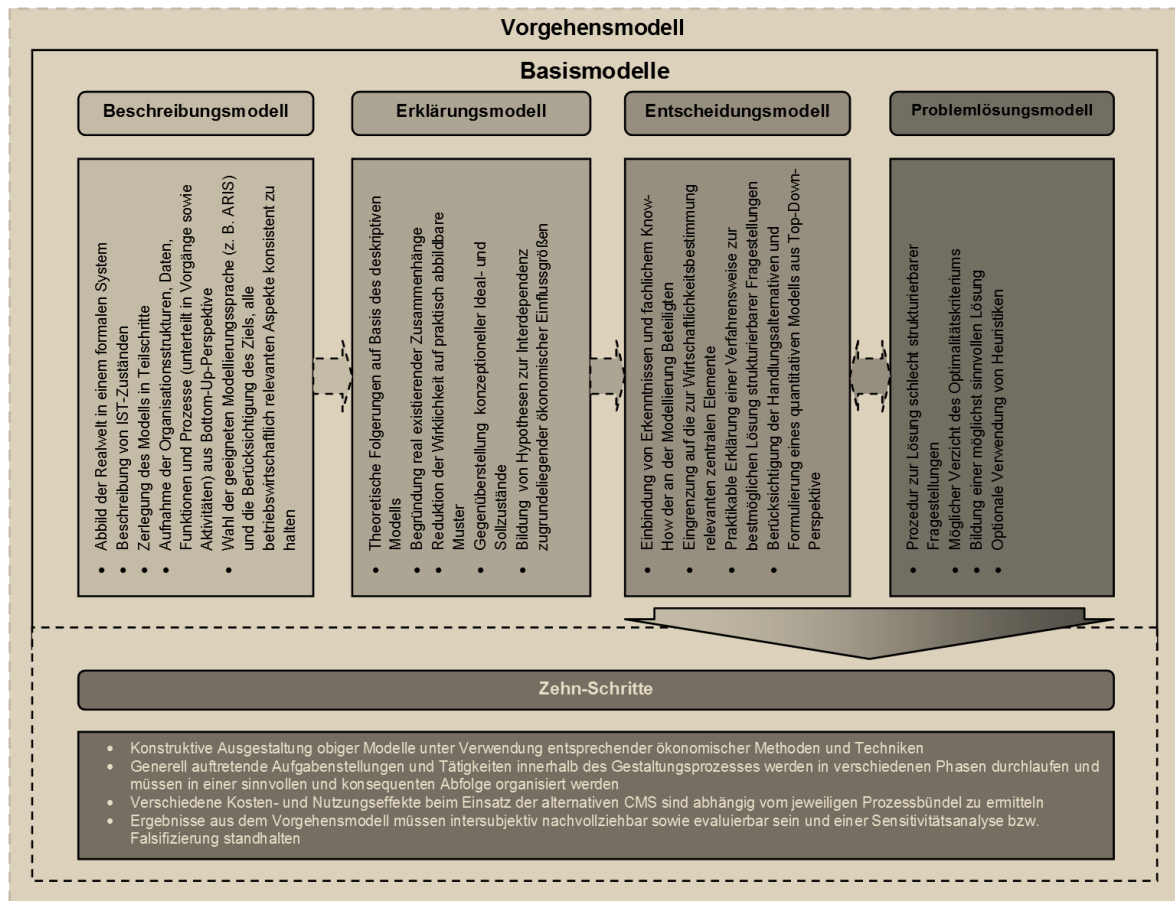


Abbildung 13: Vorgehensmodell zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von CMS.<sup>143</sup>

Zu allererst wird im Beschreibungsmodell eine real existierende Organisationsstruktur als formales Abbild abgeleitet.<sup>144</sup> Zu diesem Zweck wird die Aufbauorganisation einer Hochschule allgemeingültig aus der Perspektive der Prozesslandschaft und auf Subprozess-Ebene dargestellt.<sup>145</sup> Die deskriptive Modellierung einer Hochschule mit ihren Prozessen, Daten und Funktionen zielt auf die Abbildung, Bewertung und die Anwendbarkeit der den CMS zugrundeliegenden Prozessvorgaben auf die bestehende Prozesslandschaft ab. Des Weiteren dient die Modellierung als Grundlage für die Bewertung der Anpassungskosten, die am CMS und in der Organisation entstehen. Im Kontext des Untersuchungsgegenstandes wurden bestehende Strukturen deskriptiv modelliert (ereignisgesteuerte Prozessketten) und entsprechende Istdaten erhoben. Für eine Vielzahl an Prozessbündeln konnten im akademischen Zyklus verortete Istprozesse als gut strukturierbare Probleme konzeptionellen Sollprozessen auf Basis der identifizierten Potenziale der jeweiligen CMS-Alternative ge-

<sup>143</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Brugger (2009); Wild und Herges (2000), S. 9-16; Sprenger (2011), S. 33.

<sup>144</sup> Vgl. Saliger (2003), S.2f.

<sup>145</sup> Vgl. Porter (1999), S. 63ff.

genüberegestellt werden. Im Erklärungsmodell wird das Beschreibungsmodell um Syllogismen als Nachweis real vorkommender Zusammenhänge ergänzt und auf praktisch abbildbare Muster verringert. Die zu erhebenden Prozesse sind jedoch nicht immer bis zur Subprozessebene vollständig zu ermitteln. Auf Grund dieser Problematik konnten innerhalb des Erklärungsmodells nicht immer alle Istprozesse den Sollprozess-Konzepten gegenübergestellt werden (siehe Abbildung 14).

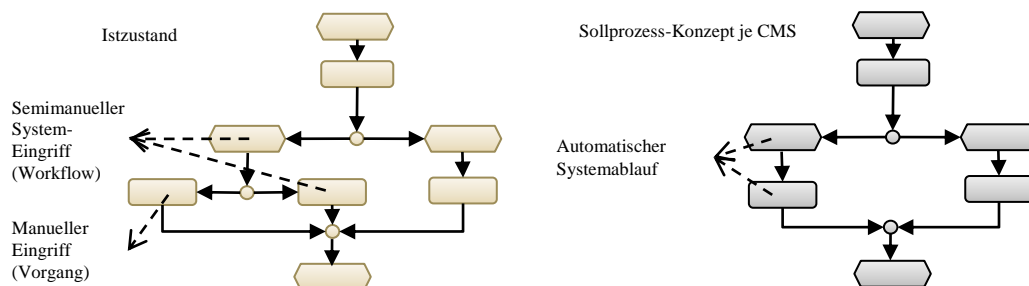


Abbildung 14: Optimierungspotenziale durch CMS auf (Sub-)Prozessebene.<sup>146</sup>

Die Gegenüberstellung unterliegt somit Grenzen der Formalisierbarkeit. Um sowohl die gut als auch die schlecht strukturierbaren Probleme als Beschreibungs- und Erklärungsmodell einzubeziehen, ist in Kombination des Entscheidungs- und Problemlösungsmodells die Entwicklung eines „Topdown“-Ansatzes mit Einbezug aller bedeutsamen Faktoren zur Aufstellung der Wirtschaftlichkeitsberechnung von alternativen CMS entscheidend. Dies kann eine Heuristik zur Bestimmung prozentualer Schätzwerte hinsichtlich der Dauer, der Kosten und der Qualität eines Prozessbündels des CM sowie des Nutzens eines CMS sein. Realisiert wird dies durch die Drei-Schichten-Kostenmethode, eingebunden in das Zehn-Schritte-Vorgehen zur Datenerhebung und Berechnung sowie die qualitative Bewertung der alternativen CMS.

## 2.4 Forschungserfolge und Kernergebnisse

Die Forschungsergebnisse zur Wirtschaftlichkeitsanalyse bei Einführung, Migration und Betrieb ausgewählter CMS können im Aufsatz Sprenger et al. (2010) nachgelesen werden. Der Aufsatz zeigt, dass unterstützende IT für die Studierendenverwaltung (integrierte CMS) eine mögliche Teillösung der neu gestellten Herausforderungen und daraus resultierenden Probleme an Hochschulen darstellt.<sup>147</sup> Infolge der CMS-Integration können hohe

<sup>146</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Elgass et al. (1996).

<sup>147</sup> Wichtige Positivmerkmale eines integrierten CMS sind u. a. die Automatisierung von (Sub-)Prozessen, eine einheitliche Datenbasis, hohe Integrität der Daten, semi-manueller Workflow; vgl. Alt und Auth (2010).

Aufwände und Risiken auftreten, die eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsanalyse der Alternativsysteme zur Abschätzung des zukünftigen Investitionserfolgs in Relation zueinander und in Abhängigkeit zur jeweiligen Hochschulsituation rechtfertigen.

Das zu diesem Zweck entwickelte Vorgehensmodell wurde in enger Abstimmung mit Prozesskennern und Entscheidungsträgern aus den Hochschulen entwickelt und anschließend an zwei voneinander getrennt zu betrachtenden Universitäten eingesetzt.<sup>148</sup> Als wesentliches Ergebnis der Untersuchung lässt sich feststellen, dass der Einsatz eines vollständig integrierten CMS in Relation zur Unterlassungsalternative zu Aufwandseinsparungen führt. Allerdings hängt die Wahl, Parametrisierung und etwaiges Customizing eines der alternativen CMS stark von dem spezifischen Umfeld einer Hochschule und weiteren wesentlichen Faktoren ab. Der Aufsatz Sprenger et al. (2010a/b) präsentiert vor diesem Hintergrund ein zehnstufiges Vorgehensmodell mit einem je Stufe separierten, aber aufeinander aufbauenden Instrumentarium, welches dazu beiträgt, die entsprechenden Faktoren zu identifizieren. Es ermöglicht zudem vergleichende Berechnungen, welche die monetären Unterschiede zwischen den Alternativsystemen aufzeigen.

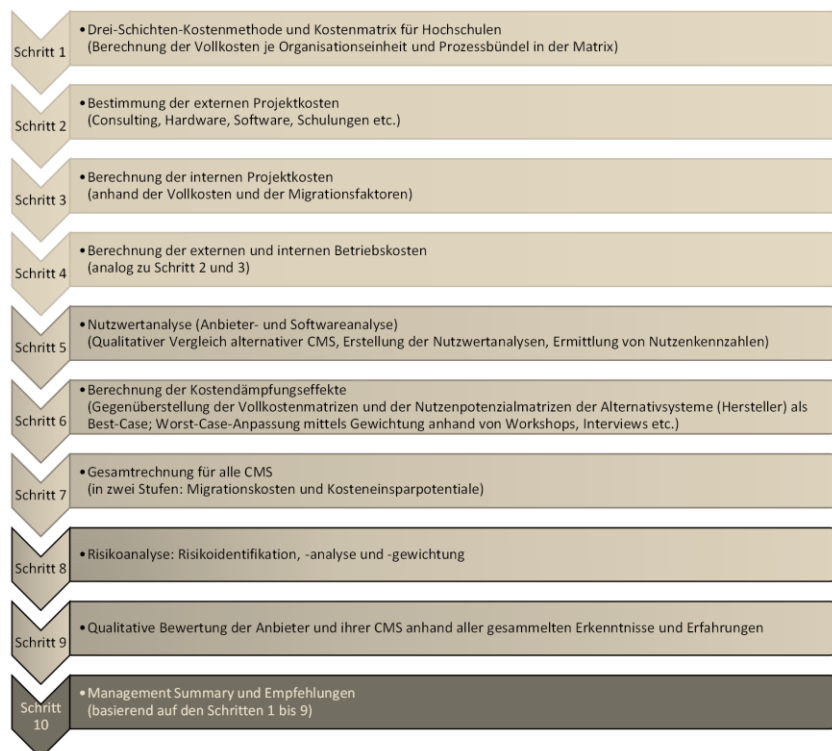


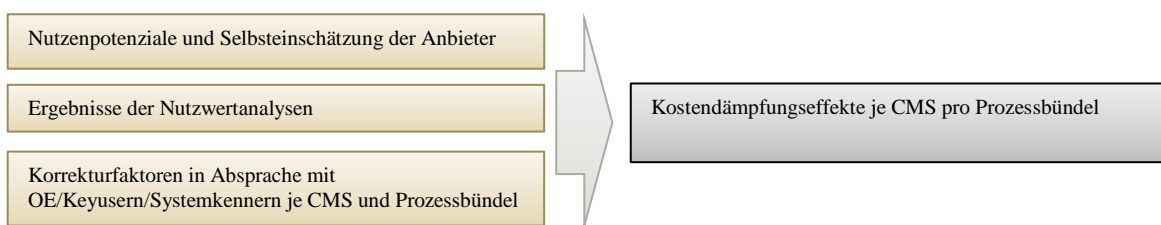
Abbildung 15: Zehn-Schritte-Vorgehensmodell zur CMS-Wirtschaftlichkeitsanalyse.<sup>149</sup>

<sup>148</sup> Vgl. Breitner et al. (2008).

<sup>149</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

Als Basis dient die prozessorientierte Drei-Schichten-Kostenmethode, welche unter Berücksichtigung der Schlüsselpersonen und Prozesskenner der jeweiligen Hochschule und in Kooperation mit den Anbietern sowie nach einer Detailanalyse der betrachteten CMS eine Bewertung ohne Berücksichtigung sämtlicher Subprozesse in der Hochschule ermöglicht (siehe Abbildung 15).<sup>150</sup> Zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von CMS wird in den Schritten 1 bis 4 die Erhebung und Berechnung der Kosten vorgenommen. Anders wird zur Bestimmung des Nutzens in den Schritten 5 und 6 vorgegangen. Dieser wird über Kostendämpfungswirkungen mittels quantifizierter Nutzeneffekte berücksichtigt (siehe Abbildung 16).<sup>151</sup> Diese Kostendämpfungseffekte bilden dabei die den Kosten gegenübergestellten Nutzenpotenziale in ihrer Gesamtheit ab, welche sich aus dem spezifischen CMS und dessen durch die Soll-Prozess-Konzepte via Kennzahlen erhobene Wirkung auf die IST-Prozesse ergeben.

Notwendigerweise werden die Ergebnisse der Schritte 1 bis 6 im Anschluss in Schritt 7 für eine vergleichende Gesamtrechnung zur Wirtschaftlichkeit von CMS genutzt. Die Schritte 8 und 9 führen zu einer ergänzenden, qualitativen Beurteilung. Basierend auf den Ergebnissen der sequentiell zu durchlaufenden Schritte 1 bis 9 erfolgt in Schritt 10 ein abschließendes Management Summary. Zur Kalkulation, Auswertung und Darstellung der Evaluationsergebnisse wird ein von den Autoren entwickelter Prototyp basierend auf Microsoft Excel<sup>®</sup> verwendet.



**Abbildung 16: Ermittlung der Kostendämpfungseffekte.**<sup>152</sup>

Das hier dargelegte Vorgehensmodell zur Wirtschaftlichkeitsanalyse von CMS bietet eine prozessorientierte Methode, bei der möglichst viele relevante Daten in einen aggregierten Gesamtwert überführt werden. Dadurch wird ermöglicht, einen quantitativen und qualitativen Vergleich der Alternativsysteme durchzuführen. Letztendlich liefert es eine Entscheidungsunterstützung für die Wahl eines hochschulspezifisch geeigneten CMS.

<sup>150</sup> Vgl. Sprenger et al. (2010a/b), S. 216f.

<sup>151</sup> Vgl. Götze und Weber (2008).

<sup>152</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

## 2.5 Wissenschaftliche Verortung

Der Aufsatz Sprenger et al. (2010) greift auf die gemeinsamen Arbeiten von Jon Sprenger, dem Autor dieser Zusammenfassung (Marc Klages) sowie Prof. Dr. Michael H. Breitner zurück.<sup>153</sup> Eine erstmalige Einreichung erfolgte am 03. April 2009 beim Gremium der Fachzeitschrift Wirtschaftsinformatik. Es schloss sich eine Vorbegutachtung durch den geschäftsführenden Herausgeber an, welcher anschließend eine doppelblinde Begutachtung durch drei Experten initiierte.<sup>154</sup> Nach insgesamt vier Gutachterrunden und entsprechenden Überarbeitungen erfolgte die Annahme am 05. Mai 2010 durch Prof. Dr. Hans Ulrich Buhl.<sup>155</sup>

Das Signifikanzniveau einer Vielzahl getesteter, grundlegender Hypothesen und die wissenschaftliche Bedeutung der durchgeführten Untersuchung mit dem zugrundeliegenden Vorgehensmodell sind nicht nur aufgrund der Veröffentlichung und des multipel erfolgreichen Praxiseinsatzes - auch unabhängig von den Autoren - als hoch einzuschätzen. Sie folgen einem seriösen, auf behavioristisch nachgewiesenen Grundannahmen basierenden und zugleich - durch das methodisch einzuordnende Prototyping - einem konstruktivistischen Ansatz.<sup>156</sup> Die Resultate bzw. einzelnen Schritte bedienen sich der Zweiteilung in behavioristisch und in konstruktionsorientiert geprägte Untersuchungspfade bzw. Methodologien und fußen auf einem komplett durchlaufenen sowie belastbaren Erkenntnisprozess.<sup>157</sup> Ersteres hat seine Wurzeln im naturwissenschaftlichen Bereich und zur Aufgabe, Hypothesen über die Entwicklung von IS zu suchen bzw. zu überprüfen und letzteres lehnt sich an die Ingenieurwissenschaften an und beschäftigt sich mit dem Bau sowie der Erprobung von IT-Artefakten.<sup>158</sup> Beides ist im Rahmen des Aufsatzes angewandt und zu einem einheitlichen Konstrukt weiterentwickelt worden. Zudem erfüllen die Ergebnisse die allgemein gültigen Gütekriterien der Wirtschaftsinformatik.<sup>159</sup> Gemeint sind hier die Grunds-

---

<sup>153</sup> Anmerkung: Die wissenschaftliche Einordnung und kritische Würdigung der Publikation wurde in Abstimmung mit den Herren Dr. Sprenger und Prof. Dr. Breitner erarbeitet und ist in entsprechend ähnlicher Form (auch) nachzulesen in der Zusammenschrift Sprenger (2011), S. 38 bis 40.

<sup>154</sup> Anmerkung: Laut geschäftsführendem Herausgeber setzen sich die Experten aus je zwei Wissenschaftlern und einem Praktiker zusammen; vgl. Buhl (2009), S. 4; vgl. Sprenger (2011), S. 38.

<sup>155</sup> Vgl. Sprenger (2011), S. 38f.

<sup>156</sup> Vgl. Mertens (2006), S. 24ff.

<sup>157</sup> Vgl. Österle et al. (2010), S. 3ff.

<sup>158</sup> Vgl. Mertens (2006), S. 25.

<sup>159</sup> Vgl. Becker (2010), S. 15f.; vgl. (auch) Hevner et al. (2004), S. 82ff. zu den „Guidelines“ für die Publikationspraxis, zusammengefasst in Kapitel 2.2 von Lehner und Zelewski (2007), S. 77f.



ätze der Richtigkeit, Relevanz, Wirtschaftlichkeit, Klarheit, Vergleichbarkeit und des systematischen Aufbaus. Dabei werden sowohl „[...] übergreifende Gemeinsamkeiten [wie der Gegenstandsbereich, die Zwecksetzung, die Forschungsmethoden und die Struktur der Theorie], die in ähnlicher Weise für jegliche WI-Forschung gelten, anhand gängiger Kriterien zur Beschreibung wissenschaftlicher Disziplinen [...]“<sup>160</sup> und „[...] prototypische Merkmale [wie die Erfolgsrelevanz, die Exklusivität, die Dauerhaftigkeit, die Praxisnähe und die Prozessorientierung der WI-Forschung tangiert.“<sup>161</sup> Hierunter sind besonders typische Charakteristika der WI-Forschung zu verstehen, die aber nicht notwendigerweise jegliche WI-Forschung beschreiben.<sup>162</sup>

Das Vorgehensmodell erfüllt zudem durch allgemeingültige Muster den Anspruch einer Referenz, da diese Muster soweit objektiviert sind, dass sie für einen Großteil der Hochschulen der jeweiligen Klasse charakteristisch sind.<sup>163</sup> Doch es muss nicht notwendigerweise mit dem Ansatz von Referenzmodellen in Verbindung gebracht werden, auch wenn es den zentralen Anforderungen Rechnung trägt, indem die Kriterien Allgemeingültigkeit, Anpassbarkeit, Anwendbarkeit, Empfehlungscharakter und Wiederverwendbarkeit erfüllt werden.<sup>164</sup> Neben diesen Kriterien werden auch - zumindest in den ersten Schritten des Vorgehensmodells - die Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung nach Schütte (1998) berücksichtigt.<sup>165</sup> Scheer versteht in diesem Kontext unter einem Referenzmodell ein Modell, welches als Ausgangspunkt für die Entwicklung und Problemlösung konkreter Aufgabenstellungen herangezogen werden kann.<sup>166</sup>

Mit Blick auf die Relevanz der Veröffentlichung sei darauf hingewiesen, dass die Fachzeitschrift *Wirtschaftsinformatik* als die bedeutendste wissenschaftliche Zeitschrift des „gleichnamigen Fachs im gesamten deutschsprachigen Raum“ zählt.<sup>167</sup> Die Annahmequote beträgt (mit Stand 2007) laut eigener Aussagen der Herausgeber 30 Prozent.<sup>168</sup> Sie wird darüber hinaus als einzige deutschsprachige Fachzeitschrift auch international in Rankings

---

<sup>160</sup> Vgl. Schauer und Schauer (2009), S. 1529ff.

<sup>161</sup> Vgl. Schauer und Schauer (2009), S. 1529ff.

<sup>162</sup> Vgl. Becker (2010), S. 16ff.

<sup>163</sup> Vgl. Grochla (1974), S. 43.

<sup>164</sup> Vgl. Becker (2004), S. 325; Fettke und Loos (2004).

<sup>165</sup> Vgl. Schütte (1998).

<sup>166</sup> Vgl. Scheer (1997), S. 3.

<sup>167</sup> Buhl (2009); Buhl (2010, S. 199) bestätigt die federführende Position der WI im dt. Raum.

<sup>168</sup> Vgl. Buhl (2009), S. 4.

aufgeführt und entsprechend wahrgenommen.<sup>169</sup> Darüber hinaus erscheint die Wirtschaftsinformatik seit dem Heft 1/2009 auch im englischsprachigen Wissenschaftsraum als Teil einer Internationalisierungsstrategie der Herausgeber. Der Aufsatz wurde somit parallel in der deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik und in der englischsprachigen Business & Information Systems Engineering (kurz: BISE) publiziert (siehe Anhang A1 und A2).<sup>170</sup> Die Fachzeitschrift wird in Orientierungslisten der WKWI und GI-FB WI der Kategorie „A“ zugewiesen.<sup>171</sup> Im vielbeachteten VHB-JQ2 beträgt das Rating „B“.<sup>172</sup>

## 2.6 Entwicklung, kritische Würdigung und Ausblick

Der Erkenntnisprozess zur Evaluation des Untersuchungsobjektes „Wirtschaftlichkeit von CMS“ wurde im Rahmen einer Praxisstudie im Auftrag der TU9 angeregt. Das daraus resultierende Vorgehensmodell zur Wirtschaftlichkeitsanalyse von CMS ist an zwei voneinander unabhängigen, aber in der organisatorischen Struktur ähnlichen deutschen Hochschulen erfolgreich eingesetzt worden.

Kritisch zu hinterfragen ist in diesem Kontext jedoch die Position der Autoren. Diese waren zum Zeitpunkt der Untersuchungen (Aktionsforschung) sowohl außenstehende Wissenschaftler mit globaler Perspektive als auch im Projekt selbst agierende Akteure, die gemeinsam mit den befragten Schlüsselpersonen ein anwendbares, wissenschaftliches Modell für eine praktische Problemlösung entwickeln sollten. Die Gewinnung der Ergebnisse erfolgte dabei gemeinsam, parallel oder iterativ, so dass die Gefahr bestand, dass die Grenzen der Erkenntnisgewinnung fließend waren und die kritische Distanz zum Untersuchungsgegenstand möglicherweise aufgegeben wurde.<sup>173</sup> Dem kann jedoch entgegen gehalten werden, dass sich neben der „Eigenverwendung“ im Verlaufe des praxisorientierten Projekts anhand der Vorgehensbeschreibung samt Prototyp auch eine erfolgreiche „Fremdverwendung“ nach erfolgter Publikation ergab. Die praktische Relevanz dieser Problemlösung ist folglich anzunehmen.<sup>174</sup>

---

<sup>169</sup> Vgl. Sprenger (2011), S. 38; Fettke (2006), S. 261; vgl. auch Lowry et al. (2004), S. 52.

<sup>170</sup> Anmerkung: Im weltweit erreichbaren Portal Springerlink zählen diese zu den global am drittmeisten gelesenen Fachmagazinen. Vor allem in Asien wird die deutsche WI zunehmend gelesen. Vgl. Sprenger (2011), S. 38; Buhl (2009), S. 3/S. 199; siehe auch Szyperski et al. (2009); Hasenkamp und Stahlknecht (2009); Buhl (2010).

<sup>171</sup> Vgl. WKWI und GI-FB WI (2008), S. 160.

<sup>172</sup> Vgl. VHB-JQ2 (2008).

<sup>173</sup> Vgl. Sprenger (2011), S. 39.

<sup>174</sup> Vgl. auch Sprenger (2011), S. 39.

Mit Blick auf die Einführung eines CMS existieren darüber hinaus schwerwiegende, in der Wirtschaftlichkeitsanalyse nur durch entsprechend angepasste Berechnungsmethoden zu berücksichtigende Risiken. Für das Vorgehensmodell folgeschwere Risiken können sein:

- Reaktanz innerhalb der Belegschaft durch teilweise aufgezwungene Prozesse und Services, Standardisierung und Zentralisierung je nach System führen zum Scheitern des Projekts.
- Unzureichender, zu Verwirrung innerhalb der Organisation führender Entscheidungswille des Managements. Die Entscheidung für ein CMS muss fortwährend unterstützt und von der Hochschulleitung getragen werden, um eine weitreichende IT-Lösung zu etablieren.
- Erfolgsgefährdung einer Migration auf ein voll integriertes CMS durch fehlende Expertise und möglichen Mangel an Sachverstand, IT-relevante Entscheidungen zu treffen.
- Unzulängliche Strukturen, da Methoden nicht eindeutig definiert sind, Lösungen improvisiert und Abweichungen vom Idealwert toleriert werden. Zur strategischen Frage gerät somit, ob die Hochschule aus sich selbst heraus eine Veränderung der Strukturen bewirken kann, oder ob professionelle Hilfe zur Umstrukturierung extern erworben werden sollte.
- Mangelnde Funktionsfähigkeit und Produktqualität, welche erst während der Projekt- oder Betriebsphase auffällt.
- Reduzierte Strategiefähigkeit, die aufgrund von gesetzlichen und finanziellen Rahmenbedingungen zu keiner eigenständigen strategischen bzw. operativen Ausrichtung führt.

Darüber hinaus existieren weitere Einschränkungen, wie fehlende einheitliche Begriffsdefinition zu Campus-Management. Zwar wird im genannten Aufsatz eine Definition vorgegeben, eine wissenschaftlich akzeptierte Grundlage bildet diese bis zum jetzigen Zeitpunkt jedoch (noch) nicht. Ferner sind die Anwendung einer Wirtschaftlichkeitsanalyse sowie deren Ergebnis im Kontext einer Hochschule mit Um- und Vorsicht zu interpretieren. So wird die Ausrichtung am Studenten als Kunden im CM als problembehaftet betrachtet,

weil Universitäten primär keine wirtschaftlichen Ziele verfolgen.<sup>175</sup> Das Vorgehensmodell betrachtet den akademischen Zyklus jedoch primär aus Kosten-/Nutzenaspekten, sodass bei abweichenden Zielen eine Adaption des Vorgehensmodells sinnvoll erscheint.

Eine hohe Relevanz der Betrachtung kommt zudem der Strategiekonformität bzw. dem durch die Anbieter und ihre Systeme gebotenen Freiheitsgrad bei der Prozessausgestaltung mit Bezug zur Hochschule zu. Nicht alle für eine Systemwahl wesentlichen Kriterien sind diesbezüglich monetär messbar. Zwar wird eine qualitative Betrachtung durch die umfassende Auseinandersetzung mit den Anbietern und ihren Produkten ermöglicht, aber eine allgemeingültige Bewertung kann nicht vorgenommen werden. So sind die jeweiligen Entscheidungskriterien bezüglich eines CMS-Anbieters unter Berücksichtigung der strategischen Ausrichtung und des internen Know-Hows einer Hochschule individuell zu bewerten.

In diesem Kontext ist die Besonderheit des universitären Arbeitsumfelds in die Auswahl des zukünftigen CMS einzubeziehen. Diese Eigenheit erklärt sich vor allem durch den strukturellen Aufbau deutscher Hochschulen, da der Anteil nicht monetär messbaren Nutzens besonders hoch einzuschätzen ist. Vornehmlich die Prozesse, welche durch die Lehre und Forschung bestimmt werden, sind es, welche eine hohe Flexibilität von der eingesetzten IT einfordern, weil sich die Prozesse trotz teilweise identischem Ziel bereits innerhalb derselben Fakultät von den Vorgängen her stark unterscheiden können. Eine Erkenntnis ist daher, dass ein hoher Wertbeitrag durch ein CMS nur in dem Fall erzielt werden kann, wenn die - bedingt durch die Freiheiten in Lehre und Forschung - stark heterogene Organisation das System zentral und dezentral ausgiebig pflegt, sowohl in Bezug auf die Datenintegrität als auch im täglichen Umgang mit dem System durch Verwaltung, Lehre und Forschung. Eine entsprechende Schulung des Personals und die Bereitstellung von ständig erreichbaren Keyusern auf verschiedenen Ebenen sind daher zweckdienlich. Eine serviceorientierte Organisations- und IT-Struktur zur Stützung der Forschung und Lehre böte sich mit Blick auf ITSM an.

Zusammen mit der Publikation von Alt und Auth (2010) in Heft 3/2010 der Wirtschaftsinformatik kann der vorliegende Aufsatz von Sprenger et al. (2010) zu einem wissenschaftlichen Diskurs dieses wichtigen Forschungssegments anregen.

---

<sup>175</sup> Vgl. Sprenger (2011), S. 40; Alt und Auth (2010), S. 186; Griesberger et al. (2011).

## 3 IT-gestütztes Drittmittelmanagement

### 3.1 Kurzeinleitung und Spezifika des Forschungssegments

Die Finanzierung von wissenschaftlicher Forschung im deutschen Hochschulsystem unterliegt derzeit einem grundlegenden Wandlungsprozess.<sup>176</sup> Dabei ist das Multiprojektmanagement von Drittmitteln ein zunehmend wichtiger Globalprozess an Hochschulen, denn die Grundmittelversorgung durch die Länder reicht häufig nur noch zur Sicherung des allgemeinen Lehrbetriebs aus, da sie nicht im Verhältnis zu den Kosten angestiegen ist.<sup>177</sup> Um die wissenschaftliche Forschung an deutschen Hochschulen weiterhin auf einem angemessenen Niveau betreiben zu können, ist eine verstärkte Einwerbung von Drittmitteln oft unerlässlich geworden. Ferner wurden neben der Gewährleistung wissenschaftlicher Forschung weitere Stimuli für Hochschulen zur vermehrten Akquisition etabliert.<sup>178</sup> Zu diesem Zweck wird die Höhe der eingeworbenen Drittmittel beispielsweise mit der Vergabe leistungsorientierter Mittel verknüpft<sup>179</sup> und dient renommierten Hochschulrankings als Bewertungsindikator.<sup>180</sup> Dabei bestehen die verfügbaren Finanzmittel deutscher Hochschulen heute bereits durchschnittlich zu über einem Fünftel aus Drittmitteln.<sup>181</sup> Mit steigender Anzahl unterschiedlicher Geldgeber wächst nicht nur das Volumen, sondern auch die Vielfalt der auferlegten Restriktionen zur nachweisbaren Mittelverwendung.<sup>182</sup>

Das DM im deutschen Hochschulsystem befindet sich damit in einem Spannungsverhältnis zwischen der Forderung nach stärkerem Akquisitionsengagement und gleichzeitig strikteren Restriktionen durch erhöhte Anforderungen an detaillierte Verwendungstransparenz sowie nachweisbare Leistungsqualität. Mit zunehmender Anzahl verschiedener Drittmittelgeldgeber und den damit verbundenen unterschiedlichen Zuwendungsanforderungen verstärkt sich der Verwaltungsaufwand zusätzlich.

Um weiterhin optimal operieren zu können, ist eine angemessene IT-Unterstützung betreffender Prozesse und Organisationsstrukturen notwendig. Verschiedene Nutzer haben je-

---

<sup>176</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2008); Wissenschaftsrat (2006).

<sup>177</sup> Vgl. Hornbostel (2001), S. 140; Krücken (2001), S. 326f.; Wissenschaftsrat (2006); Statistisches Bundesamt (2008).

<sup>178</sup> Vgl. Leszczensky und Orr (2004); Hellfeier und Scholz (2009).

<sup>179</sup> Vgl. Leszczensky und Orr (2004).

<sup>180</sup> Vgl. Breitner et al. (2008), S. 12ff.; DFG (2009).

<sup>181</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2009).

<sup>182</sup> Vgl. Fürsen (2005), S. 27ff.

doch unterschiedliche Anforderungen an eine solche Software. Institute benötigen häufig eine Unterstützung, die über die bisher übliche Kennzahlenüberwachung der zentralen Hochschulverwaltung (Hochschul-Controlling) hinausgeht. Die einheitliche Erweiterung vorhandener (ERP-)Hochschulverwaltungssoftware, um das Drittmittelmanagement (DM) in unterschiedlichen Sichten zu unterstützen, wird als zentrale Aufgabe angesehen.

### 3.2 (Terminologische) Grundlagen

Drittmittel sind per Definition des Statistischen Bundesamts *„solche Mittel, die zur Förderung von Forschung und Entwicklung sowie des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Lehre zusätzlich zum regulären Haushalt (Grundausstattung) von öffentlichen und privaten Stellen eingeworben werden.“*<sup>183</sup>

Der Großteil aller eingeworbenen Drittmittel stammt in Deutschland aus staatlicher Förderung, wie beispielsweise von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie der Europäischen Union (EU).<sup>184</sup> Je nach Fachbereich machen Mittel aus Industrie und Wirtschaft oder aus Stiftungen einen weiteren großen Anteil aus. Spendengelder spielen in der deutschen Drittmittelandschaft bisher eine untergeordnete Rolle, zukünftig wird aber auch im Fundraising mit Steigerungen gerechnet.<sup>185</sup>

Der Betrachtungsschwerpunkt in diesem Aufsatz liegt auf dem Management bereits eingeworbener Drittmittel aus Forschungsprojekten. Diese sind im Gegensatz zu Spenden an strikte zeitliche und inhaltliche Mittelverwendungsrestriktionen geknüpft, die den Verwaltungsaufwand deutlich erhöhen. Um eine sachgemäße Mittelverwendung sicherzustellen, werden die Bewilligungen von Forschungsmitteln an viele zum Teil sehr unterschiedliche Bedingungen gebunden. Bereits bei der Mittelbeantragung sind diese Vorgaben der Drittmittelgeber zu beachten und im späteren Management unbedingt bis ins Detail einzuhalten. Beispielsweise werden neben abweichenden Restriktionen für Verwendungszwecke auch Verwendungszeiträume, Gegenfinanzierungen, Fristen für Mittelabrufe oder Verwendungsnachweise zur Zielerreichung unterschiedlich festgelegt. Institute müssen eine optimale Ausschöpfung nicht nur der Grundmittelversorgung erreichen, sondern ebenso aller Drittmittelprojekte. Die damit einhergehende permanente Gratwanderung zur Vermeidung

---

<sup>183</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2007).

<sup>184</sup> Vgl. Berghoff et al. (2009).

<sup>185</sup> Vgl. Giebisch (2007).

von Kostenüber- und -unterdeckung ist lediglich durch zweckungebundene Mittel auszugleichen. Insbesondere die Hochschulinstitute geraten häufig in ein Dilemma zwischen wirtschaftlichen und politischen Interessen. Die politisch angestrebte strikte Bindung der meisten verfügbaren Mittel an feste Verwendungszwecke steht mit einer wirtschaftlich angestrebten effizienten Mittelverteilung und -ausschöpfung nicht selten im Konflikt.

### 3.3 Forschungsdesign

Grundlage der vorliegenden Untersuchung ist eine Mischung aus verschiedenen Methoden des qualitativ-empirischen Forschungsansatzes (explorative Expertenbefragung, Fallstudie)<sup>186</sup> und des Design Science (Prozessmodellierung, Softwareartefakt)<sup>187</sup>. Das dem Aufsatz multi-methodisch zugrundeliegende Forschungsdesign<sup>188</sup> beginnt zunächst mit Reviewforschung, welche auch für die Verwendung eines State-of-the-Art Artikels geeignet ist.<sup>189</sup> Analog zu Fettke wird ein Review als prozessorientierte Forschungsmethode interpretiert, welche sich in Problemstellung, Literatursichtung und -auswertung sowie Analyse, Interpretation und Präsentation gliedert.<sup>190</sup> Daneben fokussiert sich der Aufsatz auf die Ergebnispräsentation einer explorativen Expertenbefragung zur Evaluation der aktuellen Drittmittelverwaltungs- und IT-Unterstützungssituation an deutschen Hochschulen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf einem offenen, leitfadenorientierten Experteninterview nach Meuser und Nagel (2005) „zur Generierung bereichsspezifischer und objekttheoretischer Aussagen“<sup>191</sup>. Diese Methode findet vor allem in Explorationen mit überschaubaren Fallzahlen Verwendung. Dabei bildet der organisatorische, inhaltliche und institutionelle Kontext den Untersuchungsgegenstand und nicht die befragte Gesamtperson selbst. Die nach der stringenten Analyse daraus hervorgehenden Forschungsergebnisse ermöglichen nicht nur die Ableitung geeigneter Hypothesen, sondern sind zugleich auch Prüfinstanz für die Geltungsbereichsweite des zugrundeliegenden theoretischen Erklärungsansatzes.<sup>192</sup> Parallel zur Umfrage beinhaltet das Forschungsdesign eine Fallstudie in Anlehnung an Eisenhardt

---

<sup>186</sup> Vgl. Meuser und Nagel (2005); Huberman und Miles (1994); Eisenhardt (1989); Yin (2009).

<sup>187</sup> Vgl. vom Brocke (2006); Hevner et al. (2004); Frank (2007).

<sup>188</sup> Vgl. Kaplan und Duchon (1988), S. 571ff.

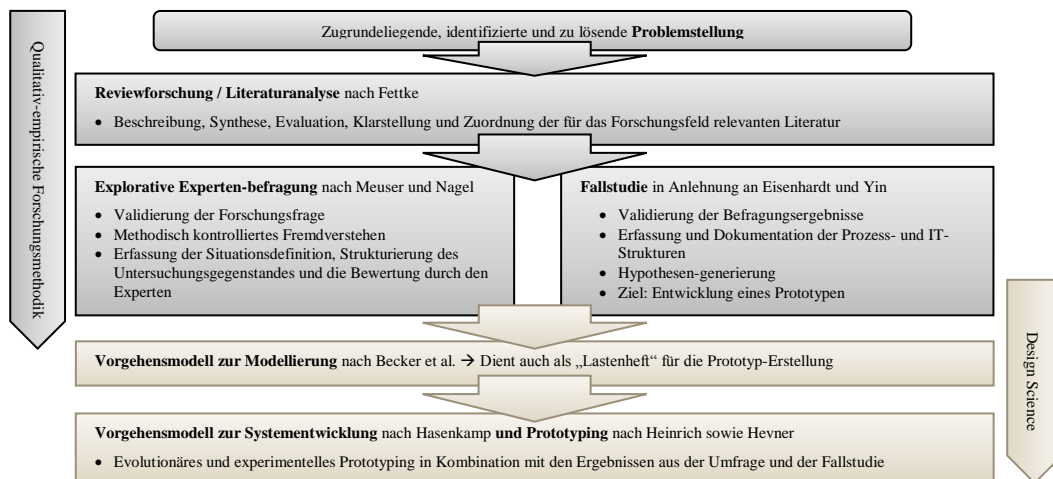
<sup>189</sup> Vgl. Fettke (2006), S. 257ff.

<sup>190</sup> Vgl. Cooper (1998).

<sup>191</sup> Vgl. Meuser und Nagel (2005), S. 71f.

<sup>192</sup> Vgl. Mayring (2008); Meuser und Nagel (2005), S. 76ff.

(1989) und Yin (2009).<sup>193</sup> Yin konstatiert in diesem Kontext: „*Case studies can involve either single or multiple cases, and numerous levels of analysis*“<sup>194</sup>. Neben dem Prozess zum Aufbau von Hypothesen und Theorien durch Beobachtung, Dokumentation, Datenanalyse und iterativem Erkenntnisgewinn zur Entwicklung nachhaltiger Hypothesen in Fallstudien nach Eisenhardt (acht Stufen des Erkenntnisgewinns), bieten die verwendeten Ansätze der konstruktionsorientierten Forschung Möglichkeiten zur modellbasierten Strukturierung der aus der Umfrage und Fallstudie abgeleiteten Erkenntnisse.<sup>195</sup>



**Abbildung 17: Forschungsdesign.**<sup>196</sup>

Dem Vorgehensmodell nach Becker et al. (2008) und dem Projektmanagementansatz nach Jenny (2001) in der Fallstudie folgend, kann eine Modellierung wesentlicher Strukturen hilfreich sein, um bestehende Hypothesen zu validieren.<sup>197</sup> Dies erfordert jedoch die Vorbereitung, Entwicklung eines Strategie- und Ordnungsrahmens, eine Ist-/Sollprozessmodellierung sowie –analyse und neben weiteren Punkten die Berücksichtigung der prozessorientierten Aufbauorganisation.

Der konstruktionsorientierten Wirtschaftsinformatik nachkommend, ist zur Evaluation der Ergebnisse von Befragung und Fallstudie (u. a. Hypothesen) ein Artefakt in Form eines Prototypen nach Hevner (2004) sinnvoll.<sup>198</sup> Im Verlaufe der Forschungen wurde die er-

<sup>193</sup> Vgl. Eisenhardt (1989), S. 532ff.; Yin (2009).

<sup>194</sup> Vgl. Yin (2009).

<sup>195</sup> Vgl. Becker et al. (2009).

<sup>196</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Becker et al. (2008), Eisenhardt (1989) und Hevner et al. (2004) sowie Fettke (2006).

<sup>197</sup> Vgl. Jenny (2001).

<sup>198</sup> Vgl. Hevner et al. (2004).



wählte Fallstudie daher um die Modellerhebung von Ist- und Sollprozessen unter Berücksichtigung der Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung ergänzt und diene als Grundlage zur Einbindung der Prozessstrukturen in den Prototypen.<sup>199</sup> Dieser wird dabei als eigenständiges Software-Artefakt mit definierten Eigenschaften sowie einer oder mehreren definierten Schnittstellen nach Heinrich (2002) aufgefasst. Er dient vor dem Untersuchungskontext auch zur späteren sukzessiven Einbindung der Globalerkenntnisse in bestehende ERP- bzw. Campus-Management-Systeme (CMS).<sup>200</sup>

### 3.4 Forschungserfolge und Kernergebnisse

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, die aktuelle Situation des DM an deutschen Hochschulen sowie Implikationen und Ansätze für Optimierungspotenziale der IT-Unterstützung zu untersuchen. Ein zentrales Ergebnis lautet vor diesem Hintergrund, dass von einer weiterhin steigenden Tendenz des Drittmittelanteils sowie dem damit verbundenen Verwaltungs- und Akquisitionsaufwand auszugehen ist. Daraus folgt angesichts stagnierender Hochschulressourcen und fortschreitender technischer Möglichkeiten ein zunehmend IT-gestütztes Drittmittelmanagement zur Bewältigung der anfallenden Tätigkeiten.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen „Wie ist der Status Quo des DM?“ und „Wie sollte ein auf die Organisations- und Prozessstruktur von Hochschulen und Forschungstätigkeiten ausgerichtetes DM IT-seitig unterstützt sein?“ wurden zudem Zahlreiche an der Drittmittelverwaltung Beteiligte in einer Fallstudie identifiziert, in einer Umfrage befragt und die relevanten Organisationsstrukturen sowie Prozesse analysiert und ein Artefakt auf Basis wesentlicher identifizierter Anforderungen entwickelt, mit dem die IT-gestützte Drittmittelverwaltung an deutschen Hochschulen effektiver und effizienter unterstützt werden kann.

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die softwarebasierte Simplifizierung von Beantragung, Verwaltung, Staffing und Berichterstattung für die zukünftige Entwicklung deutscher Hochschulen eine grundlegende Herausforderung mit hoher Praxisrelevanz darstellt. Hierfür erscheint eine evolutionäre Optimierung der bisher entwickelten Software erforder-

---

<sup>199</sup> Vgl. Becker et al. (2008).

<sup>200</sup> Anmerkung: Zum vertiefenden Begriffsverständnis und zur Eingrenzung eines CMS gegenüber einem ERP-System sei an dieser Stelle sowohl auf Alt und Auth (2010), Sprenger und Klages (2010), Breitner et al. (2008) als auch Bielezke (2009) verwiesen.

lich, die speziell an den verschiedenen Mittelverwendungsrestriktionen und Anforderungen aller am DM Beteiligten ausgerichtet wird.

### 3.5 Wissenschaftliche Verortung

Die dem Forschungsdesign zugrundeliegenden beiden Forschungsströmungen, sowohl „*rigor*“ als auch „*relevance*“ (im Sinne der angloamerikanischen und zentraleuropäischen Methodendiskussion zur engeren Verzahnung von Erklärungs- sowie Gestaltungsfunktion, siehe Einleitung), lassen sich wie bei Kaplan und Duchon (1988) als „*multi-method research*“ gut miteinander kombinieren.<sup>201</sup> Die Vorteile dieser Vorgehensweise liegen in der zyklischen Iteration der Teilergebnisse und einer langfristigen Validierung der Gesamtergebnisse über empirische Daten (in diesem Fall über die Befragung, die Fallstudie und den Prototypen), Interpretation und einen ständigen Optimierungsprozess.

Die starke Praxisrelevanz des Forschungsthemas wurde besonders durch die hohe Resonanzquote und das inhaltliche Interesse an der Umfrage verdeutlicht. Die praktische Anwendbarkeit konnte aufgrund des an sich selbst evaluierenden Software-Artefakts bestätigt werden. Eine wissenschaftliche Begutachtung bzw. Stellungnahme des Aufsatzes „*Auswirkungen des Strukturwandels deutscher Hochschulen auf die IT-Unterstützung des Drittmittelmanagements*“<sup>202</sup> und einem daraus hervorgegangenen Aufsatz namens „*IT-gestütztes Management von Drittmitteln im Rahmen des Forschungsmanagements an deutschen Hochschulen*“ wurde durchgeführt. Letztgenannter Aufsatz wurde zur Veröffentlichung bei der 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e. V. 2011, Berlin im Track „*Hochschule 2020: IT-Infrastruktur, Organisationsformen und Inhalte*“ nach aufwendigem doppelt-blindem Reviewprozess im Mai 2011 angenommen. Die Tagung wird in Orientierungslisten der WKWI und GI-FB WI der Kategorie „B“ zugewiesen.<sup>203</sup> Im VHB-JQ2 beträgt das Rating „C“.<sup>204</sup> Beide Aufsätze entstanden in Kooperation mit Britta Ebeling und Prof. Dr. Michael H. Breitner. Ein weiterer wissenschaftlicher Diskurs wird angestrebt.

---

<sup>201</sup> Vgl. Kaplan und Duchon (1988), S. 571ff.

<sup>202</sup> Vgl. Ebeling et al. (2011), Anhang A4.

<sup>203</sup> Vgl. WKWI und GI-FB WI (2008), S. 160.

<sup>204</sup> Vgl. VHB-JQ2 (2008).

### 3.6 Entwicklung, kritische Würdigung und Ausblick

Eine essentielle Voraussetzung zum erfolgreichen DM ist eine effiziente und effektive Gestaltung der Verwaltungsabläufe, d. h. der zugehörigen Prozesse, Workflows, Organisationsstrukturen, Datenstrukturen und Informationssysteme. Auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse aus Fallstudie, Umfrage und Prototyp kann daher für eine effiziente Umsetzung der Einsatz

- eines Referenzmodells zum Drittmittelressourcenmanagement (im Sinne eines IT-gestützten Multiprojektmanagements) und
- einer durch Customizing angepassten Sichten-Modulerweiterung einer (ERP-)Hochschulverwaltungssoftware

für viele deutsche Hochschulen als zielführend angesehen werden. Allerdings divergieren Institute der Hochschulen stark in Ausrichtung, Größe, Ressourcen (Assets), Workflows und Forschungsorientierung. Hinzu kommen unterschiedliche Anforderungen an eine IT-Unterstützung auf Ebene der zentralen Verwaltungseinrichtung und auf der operativen Institutsebene. Dies erfordert einen hohen Grad der Parametrisierbarkeit. Auf dem Markt existieren allerdings noch keine ausgereiften Referenzmodelle zum ganzheitlichen DM und kaum entsprechende, granulare Softwarelösungen. Daher bietet sich die Integration einer standardisierten Softwareerweiterung, welche das Management von Drittmitteln aus der „*Bottom-Up*“-Sicht unterstützt, in die bereits von einigen Herstellern angebotene (ERP-)Hochschulverwaltungssoftware mit „*Top-Down*“-Sicht an. Die gezielte Darstellung der Informationen einer DM-Software in verschiedenen Sichten, die speziell an die Bedürfnisse der jeweiligen Nutzer anpassbar sind, stellt die zentrale Handlungsempfehlung dar.

In besagtem Aufsatz konnte zudem lediglich ein grundlegendes Bild der IT-Unterstützung von Drittmittelprojektverwaltung an deutschen Hochschulen aufgezeigt werden. Der zukünftige Forschungsbedarf auf diesem Gebiet ist jedoch aufgrund der Erkenntnisse des Forschungsvorhabens als hoch einzuschätzen.

Allerdings existieren auch hier Limitationen. Einige dieser Grenzen der hier vorgestellten Untersuchungen lassen sich wie folgt ableiten: Innerhalb der Umfrage wurden bisher nur Mitarbeiter der zentralen Universitätsverwaltungen befragt, während sich die Fallstudie auf ein Institut einer medizinischen Hochschule bezieht. Zwar kann für den betrachteten Forschungsbereich in beiden Fällen aufgrund der festgestellten Parallelen auf Prozessebene von ähnlichen grundlegenden organisatorischen Strukturen ausgegangen werden, jedoch ist

zu beachten, dass der Fachbereich Medizin eine Sonderstellung einnimmt, weil er nicht von der zentralen Universitätsverwaltung, sondern der medizinischen Hochschule verwaltet wird. Dies könnte im Rahmen der Ergebnisevaluation teilweise dem Gütekriterium der Generalisierbarkeit widersprechen.<sup>205</sup>

Eine mögliche weitere Forschungsfrage ist demnach, ob und inwiefern sich die Drittmittelverwaltung und die Bedürfnisse der IT-Unterstützung verschiedener Fachbereiche voneinander unterscheiden. Bisher wurde lediglich die Situation der Universitäten betrachtet. Diese ist jedoch nicht sicher auf Fachhochschulen oder Sonderforschungszentren zu übertragen.

Als Ausblick lässt sich dennoch festhalten: Die IT-seitige Unterstützung ist angesichts des zum Teil hohen Aufwands zum Management von Drittmitteln ein Thema, mit dem inzwischen (fast) jedes Institut an deutschen Hochschulen konfrontiert wird. Die starke Praxisrelevanz wurde besonders durch die hohe Resonanzquote und das inhaltliche Interesse an der Umfrage verdeutlicht. Mit zunehmendem Anteil von Dritt- und Sondermitteln am verfügbaren Gesamtbudget sind die Akquisition und das Management im Kontext von allgemeiner Zeit- und Personalknappheit oft nur mit einem belastenden Ressourceneinsatz durchzuführen. Sowohl die Umfrage als auch die Fallstudie und der Prototyp haben gezeigt, dass an vielen deutschen Universitäten in diesem Bereich noch bedeutende Verbesserungspotentiale bestehen. Somit wächst der Druck auf die Hochschulen, eine einheitliche und strukturierte IT-Unterstützung für das Drittmittelressourcenmanagement zu etablieren. Erfolgt dies nicht zentral unterstützt und zeitnah, besteht die Gefahr, dass die Institute sich zunehmend eigene Insellösungen suchen oder sogar selbst entwickeln. Die Folge können neben Ressourcenverschwendung auch Inkonsistenzen, Datenredundanzen, ineffizientes Monitoring und Controlling etc. innerhalb einer Hochschule sein.

---

<sup>205</sup> Vgl. Österle et al. (2010), S. 1ff.

## 4 IT-Wertbeitrag und Green Business

### 4.1 Kurzeinleitung und Spezifika des Forschungssegments

Interne IT-Dienstleister stehen vor einer schwierigen Herausforderung: ihre „Value Proposition“ unter Beweis zu stellen.<sup>206</sup> Die moderne IT - im Sinne eines internen oder externen Service-Providers - ist gefordert, ihren Aufbau notwendiger Strukturen und Kompetenzen so zu forcieren, dass sie als strategische Ressource für das Unternehmen zweckdienlich ist.<sup>207</sup> Daher wird ein Wertbeitrag der IT deutlich über dem bisherigen Beitrag zuverlässiger Standard-Dienstleistungen eingefordert ("Delivery-Excellence Status").<sup>208</sup>

In diesem Kontext spielt Green Business (GB) eine zunehmend wichtige Rolle. Green Business wird als ein strategischer Ansatz zur Umstrukturierung und Neuausrichtung eines Unternehmens interpretiert.<sup>209</sup> Innerhalb eines zeitgenössischen Wandels zur Optimierung der Supply Chain und anhängender Geschäftsprozesse im Sinne der Nachhaltigkeit, ist GB jedoch nur durch die unterstützende Kraft der IT realisierbar. Im Spannungsdreieck zwischen ökonomischen, ökologischen und sozialen Unternehmenszielen, kann der IT-Provider so durch die Bereitstellung von Infrastruktur, Know-how, Werkzeugen und Methoden als Enabler der "*Triple Bottom Line*" und sich als strategischer sowie innovativer Partner der Geschäftsführung in Position bringen.<sup>210</sup>

Dabei stehen heutige CIOs mehr denn je sowohl unternehmenspolitischen (wie Outsourcing, Software as a Service oder Cloud Computing) als auch gesellschaftspolitischen und ökologischen Herausforderungen gegenüber.<sup>211</sup> Ihre Handlungen werden nicht mehr nur ausschließlich nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten beurteilt. Neben den typischen IT-Themen tauchen Fragen im Zusammenhang mit dem globalen Klimawandel, die Zunahme von Naturkatastrophen in einigen Teilen der Welt und die Knappheit der natürlichen Ressourcen (öffentliche Güter wie Öl, Kohle, Erdgas, Seltene Erden) auf. Längst ist für derlei

---

<sup>206</sup> Vgl. zur Vertiefung: Molla et al. (2009); Makower (2009); Chen et al. (2009); Roderer et al. (2010); Jetter (2008).

<sup>207</sup> Vgl. Roderer et al. (2010).

<sup>208</sup> Vgl. Teuteberg und Gómez (2010), S. 7ff.

<sup>209</sup> Vgl. Ereğ et al. (2010), S. 18ff.

<sup>210</sup> Vgl. Wittstruck und Teuteberg (2011), S. 332.

<sup>211</sup> Vgl. Koll (2007); Oehme et al. (2008); Roderer et al. (2010).

Themen eine hohe Sensibilisierung der Öffentlichkeit erreicht.<sup>212</sup> Die Zerbrechlichkeit des Ökosystems wird Menschen durch weitreichenden Informationsfluss mehr und mehr bewusst, sodass Unternehmen und deren IT-Manager sich mit einer kritischen Gesellschaft informierter Personen auseinandersetzen müssen.<sup>213</sup> Auf der anderen Seite verlangt die „Wall Street“ jedoch nach positiven Quartalsergebnissen, einem stringenten Return on Investment und kurzen Amortisationszeiten.<sup>214</sup> Parallel zu dieser Entwicklung sind die Kosten für Energie und energieintensive IT-Infrastrukturen problematisch angestiegen.

Durch die vielen Herausforderungen entsteht jedoch ein Anreiz, bisherige IT-Strategien zu überdenken. Im Vordergrund dieses Paradigmenwechsels stehen unternehmensweite, IT-gestützte Prozesse auf Nachhaltigkeit hin zu optimieren und gleichzeitig bei der eigenen IT-Infrastruktur Energie durch Green IT-Instrumente einzusparen. Babin und Nicholson (2009)<sup>215</sup> bestätigen diese Neuausrichtung und die damit verbundene ökologische Verantwortung der Unternehmensführungen samt IT-Provider auch dann, wenn über IT-Outsourcing diskutiert wird.<sup>216</sup>

Allerdings stellt sich die Frage, wie eine solche auf GB basierende IT-Strategie und -Positionierung zur umweltgerechten Gestaltung von Produkten und Prozessen aussehen kann. Außerdem ist zu klären, ob die Spannung zwischen wirtschaftlicher Notwendigkeit und ökologischer Verträglichkeit unbedingt zu einem Zielkonflikt des IT-Managements führen muss oder ob ökologisches Handeln möglicherweise den wirtschaftlichen Erfolg sogar fördert.<sup>217</sup>

Zur Vorbereitung der IT-Provider erscheint es laut Bernhard Przywara daher ein sinnvoller erster Schritt, die einzelnen Aktivitäten der Green IT-Konzepte in einen größeren, unternehmensweiten und somit ganzheitlichen Management-Ansatz zu integrieren.<sup>218</sup>

---

<sup>212</sup> Vgl. Grainer (2007); CMP-WEKA (2010).

<sup>213</sup> Vgl. Chen et al. (2010), S. 1ff.

<sup>214</sup> Vgl. Willard (2002).

<sup>215</sup> Vgl. Babin und Nicholson (2009).

<sup>216</sup> Vgl. auch Ross und Beath (2006), S. 181f.

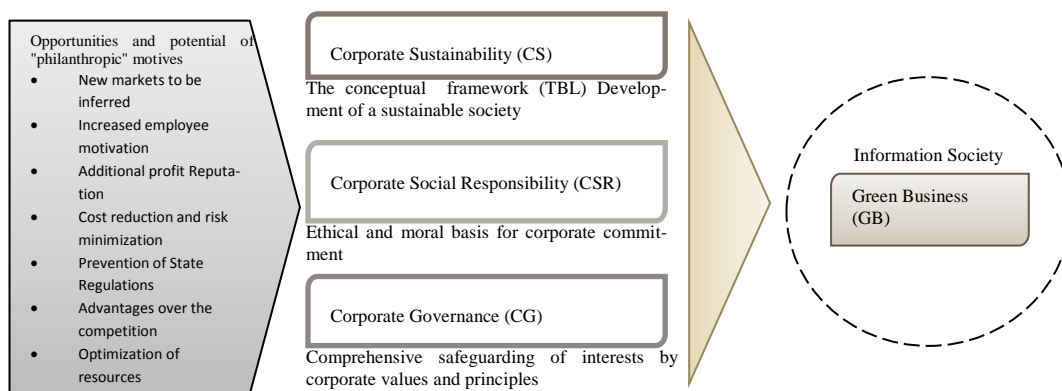
<sup>217</sup> Vgl. Jetter (2008); Molla et al. (2009).

<sup>218</sup> Vgl. Greiner (2008).

## 4.2 (Terminologische) Grundlagen

In engem Bezug zu etablierten theoretischen Ansätzen folgt der Aufsatz dem Versuch von Elliot und Binney (2008)<sup>219</sup>, Green IT als ein vielschichtiges Konstrukt zu definieren, welches sich unter Nachhaltigkeitsaspekten sowohl über IT- als auch Nicht-IT-Probleme (bei Verwendung von IT) definiert.<sup>220</sup>

Green Business muss dabei als ganzheitliches Managementparadigma verstanden werden, das vor dem Hintergrund des strukturellen Wandels zur Informationsgesellschaft, die inhaltlichen Bestandteile bereits existierender Ansätze wie „Green IT“, „Corporate Governance“ (CG), „Corporate Social Responsibility“ (CSR) und „Corporate Sustainability“ (CS) als Einflüsse aufgreift und unter Zuhilfenahme moderner IT-Strukturen eine nachhaltige Unternehmens- und Gesellschaftsentwicklung zum Ziel hat. CS liefert hierzu den konzeptionellen Bezugsrahmen (die drei Säulen bzw. Dimensionen Wirtschaft, Umwelt, Gesellschaft). CSR erfasst die Komponente „Freiwilligkeit zur ethisch-moralischen Verpflichtung“ von Unternehmen gegenüber der Gesellschaft, und CG spielt als „System unternehmerischer Werte und Grundsätze zur Schaffung von Transparenz, Verlässlichkeit sowie Verantwortlichkeit gegenüber den Anspruchsgruppen und ihren Belangen“ eine wesentliche Rolle. Die Zusammenführung aller drei Elemente ist unverzichtbar für das Verständnis von Green Business und stellt einen evolutionären Entwicklungsprozess dar (siehe Abbildung 18).



**Abbildung 18: CG, CSR und CS in Kombination mit IT (Green IT) als Trigger von GB.**<sup>221</sup>

In diesem Kontext hat sich auch eine sehr ähnliche Begriffsverortung von Carter und Rogers (2008) zu Sustainable Supply Chain Management (SSCM) etabliert. Für sie ist SSCM

<sup>219</sup> Vgl. Elliot und Binney (2008).

<sup>220</sup> Vgl. Elliot und Binney (2008); Molla et al. (2009).

<sup>221</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Mocigemba (2006); Elliot und Binney (2008); Chen et al. (2009).

eine strategische Leistung und integriert die organisatorische Verantwortung für soziale, ökologische und ökonomische Ziele durch die systematische Koordination der zwischenbetrieblichen Key-Geschäftsprozesse, um die Wirtschaftsleistung sowohl in der Value als auch der Supply Chain langfristig zu verbessern.<sup>222</sup>

### 4.3 Forschungsdesign

Das Forschungsdesign des vorliegenden Aufsatzes kann der Design-Science-Forschung mit parallelem Nachweis wissenschaftlicher Rigorosität zugeordnet werden.<sup>223</sup> Es werden Standardmethoden für die wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung genutzt.<sup>224</sup> Auch diese Forschungsarbeit verwendet dabei einen Methodenpluralismus wie ihn Hevner (2004) und Becker (2004) empfehlen.

Zunächst findet eine Literaturanalyse unter Einbezug der Forschungsmethode nach Fettke (2009) statt. Zweitens wird in Ergänzung zur Literaturanalyse eine SWOT-Analyse bestehender strategischer Konzepte für Green IT vor dem Hintergrund einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2008) und Gläser und Laudel (2009) durchgeführt. Schließlich werden eine qualitativ-behavioristische Fallstudie nach Eisenhardt (1989) und designorientierte Forschungsmethoden wie qualitative Aktionsforschung nach Grütter et al. (1998) sowie eine explorative Expertenbefragung nach Meuser und Nagel (1998) realisiert.

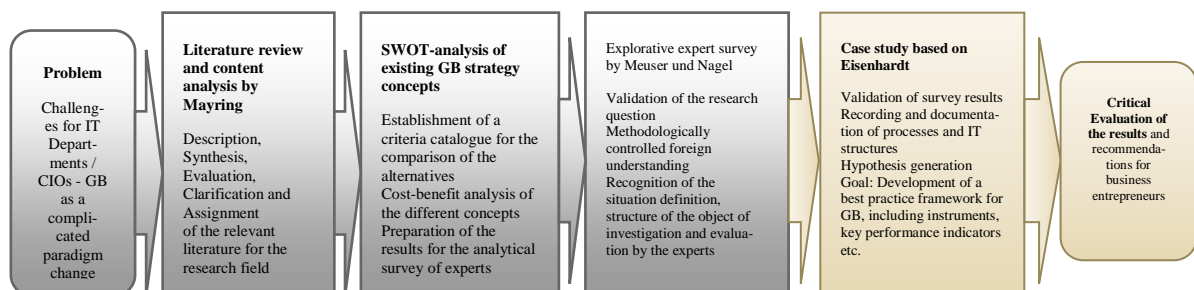


Abbildung 19: Forschungsagenda des zugrundeliegenden Aufsatzes.<sup>225</sup>

Auf diese Weise kann laut Frank (2006) ein noch umfassenderes Bild der sozialen Wirklichkeit als Grundlage für eine fundierte Paraphrase im Rahmen der Qualitätskriterien Gül-

<sup>222</sup> Vgl. Carter und Rogers (2008).

<sup>223</sup> Vgl. Sinz (2010), S. 27f.

<sup>224</sup> Vgl. Hevner et al. (2004).

<sup>225</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Hevner et al. (2004); Becker (2010); Applegate (1999); Meuser und Nagel (1998); Gläser und Laudel (2009); Eisenhardt (1989); Mayring (2008).



tigkeit, Generalisierbarkeit (Darstellung), Intersubjektivität (Objektivität), Genauigkeit (Zuverlässigkeit) und Inhalt (Relevanz) erzielt werden.<sup>226</sup>

Die dem Aufsatz zugrundeliegende Erhebungsform konzentriert sich dabei auf:

- die intersubjektiv überprüfbare Dokumentation von Forschungsergebnissen;
- die Auswahl und den Einsatz von spezifischen bewertungsrelevanten Forschungsmethoden (im Nachhinein),
- das Ziel der Forschung und deren Zielerreichungsgrad,
- sowie die Konsistenz bei der Auswertung der Ergebnisse im Kontext der jeweiligen Grundpositionen (abhängig von der aktiven Methode und den festgelegten Forschungszielen).<sup>227</sup>

#### 4.4 Forschungserfolge und Kernergebnisse

**Tabelle 3: Evaluationsergebnisse bestehender Green IT-Konzepte**<sup>228</sup>

| Considered Concepts                   | Introduction and implementation of Green IT | Expansion of the Green IT concept by considering... |                     | Scientific orientation | Practical orientation | Strengths  | Weaknesses  |
|---------------------------------------|---|---|---------------------|------------------------|-----------------------|--|---|
|                                       |   | company-wide issues                                 | crosscompany issues |                        |                       |  |   |
| Big Green Roadmap IBM                 | ++  | --  | --                  | -                      | ++                    | + Design based on best practices<br>+ Concrete roadmap, based on practical experience<br>+ Analysis plus diagnostic methods<br>+ Clear structure<br>+ Customization  | - Limitation on data centers<br>- Expensive<br>- Strong technology focus<br>- Risk of reactance<br>- High dependence on third-party   |
| Recommendations of the Experton Group | ++  | -   | --                  | +                      | +                     | + Strong involvement of human resources<br>+ Strengthening of the CIO<br>+ Raises learning process in the company in view of the corporate culture<br>+ Highly practical   | - No holistic approach / Limited to Green IT<br>- Few concrete proposals<br>- Inaccurate implementation of Green IT<br>- High risk potential with regard to rejection within the company    |
| Green IT strategy concept Deloitte    | +   | ++  | -                   | ++                     | -                     | + All-purpose process-scheme<br>+ Integration of the Green IT concept to a next higher management concept<br>+ High basic scientific statement, as related to the St. Gallen Managementtheorem<br>+ Inclusion of several dimensions  | - Partial unrealistic<br>- Complex by strategic perspective<br>- Few concrete recommendations<br>- Hardly any statements to the expansion of Green IT<br>- Activities associated with delay |
| Green IT Cycle Forrester Research     | +   | --  | ++                  | ++                     | -                     | + Orientation on life-cycle concept<br>+ Implementation advantages empirically shown<br>+ Clear structure<br>+ Statements on various economic subjects<br>+ Integrated market and environment analysis of a company  | - High complexity due to large analysis-area<br>- Covers restricted area of Green IT and in parts of the supply chain, but not the value chain<br>- No integrated end-to-end view           |
| Holistic GB-approach                  | ++  | ++  | ++                  | +                      | +                     | + Optimization and automation across the supply chain<br>+ Reduction of product development<br>+ High degree of transparency of environmental product characteristics and processes<br>+ Greening of markets<br>+ Dematerialization<br>+ Increase in energy and resource productivity<br>+ Continuous supply of real-time information<br>+ Increased value proposition of IT | - Rebound effects are possible<br>- Adding effects (spread of IT in all segments, for example, promotes the energy consumption)<br>- High dynamic vs. Product maturity                      |

Neben der SWOT-Analyse bestehender, nach transparenten Maßgaben ausgewählter Green IT-Konzepte und Frameworks (wie „*Big Green Roadmap*“ von IBM oder „*Green IT Cyc-*

<sup>226</sup> Vgl. Frank (2006); Applegate (1999); Truex (2001).

<sup>227</sup> Vgl. Becker (2003).

<sup>228</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

le“ von Forrester Research, siehe Tabelle 3)<sup>229</sup> wurde anhand eines Unternehmens in der Maschinenbaubranche eine Fallstudie durchgeführt. Eine explorative Expertenbefragung zum Untersuchungsgegenstand wurde parallel initiiert.

Während im Rahmen der SWOT-Analyse festgestellt werden konnte, dass bisher keines der Konzepte in der Lage ist, die neue Rolle der IT klar zu definieren und die Green IT-Strategien in einen ganzheitlichen GB-Ansatz zu überführen, so zeigten sich im Kontext der Fallstudie erste Resultate (siehe Tabelle 4).

**Tabelle 4: Ausgewählte Instrumente für ein GB-Framework.**<sup>230</sup>

|  |   |   |   |  |  |   |  |  |   |  |  |  |
|--|---|---|---|--|--|---|--|--|---|--|--|--|
| B2B Fair-IT contracts (from the resource to the product); exchange of quality data and the necessary KPIs via standard IT interfaces for sustainability certifications | RFID as key-technology for controlling the product-lifecycle and ecological balance | IT-based management of business relationships along the cross-company supply chain and co-acting of organic suppliers (green procurement) | IT-based enterprise-wide reduction in paper consumption due to the digitization of data, documents and business processes | Saving business trips via Internet video conferencing (web collaboration and telepresence solutions) | Internet delivery of software (software as a service), service-oriented architecture, use of green IT instruments and concepts | Restructuring of the enterprise-wide computer landscape of desktop PCs on power saving thin clients (so-called thin client concept) | Use of modern, mobile, synchronized communication technologies within the supply chain (f. e. in audits, product development, conferences) | Establishment of an IT-based customer portal; based on SOA | Establishment of home offices and communication of a new green corporate governance codex | IT-based evaluation of alternative energy sources and analysis of the it infrastructure through the green maturity model | Business process management with focus on reduced resource consumption based on the Green Balanced Scorecard | Integration of uniform metrics in sustainability reports |
|--|---|---|---|--|--|---|--|--|---|--|--|--|

Die explorative Fallstudie bot sich zur Einschätzung der praktischen Relevanz und Anwendbarkeit der konzeptionellen Überlegungen als empirische Methodik an. Dabei wurden Daten aus verschiedenen Quellen eines Unternehmens ausgewertet („*Datentriangulation*“<sup>231</sup>), um die Relevanz einer IT-basierten GB-Entwicklung abschätzen zu können. Die Fallstudie bezog sich auf das Programm zur Prozessoptimierung eines größeren Mittelständlers im Maschinen- und Anlagenbau. In diesem Zusammenhang sollten verschiedene Szenarien für eine nachhaltige Value- bzw. Supply-Chain-Optimierung erarbeitet werden. Zudem wurde der Trend zu einem ökologischen Image von dem Unternehmen sehr stark verfolgt und bewertet. Zunehmend wurden von den Kunden, auch im B2B-Geschäft, eine ressourcenschonende Produktion sowie ein „*Green Product Lifecycle*“ inklusive Kennzahlen zur Kennzeichnung der Ökobilanz (ökologischer Fussabdruck) eines Produktes gefordert.

Der interne IT-Dienstleister des Unternehmens verfügte im Bereich der kombinierten ökologischen und ökonomischen Optimierung von Infrastruktur und Abläufen bereits über ein umfassendes Know-how. So wurden z.B. durch Virtualisierung, Zentralisierung und selek-

<sup>229</sup> Anmerkung: Zwecks Vollständigkeit siehe den Aufsatz Klages et al. (2011), Anhang A6.

<sup>230</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Chen et al. (2009); Makower (2009); Packard (2007); Elliot und Binney (2008); A. T. Kearney (2008); IBM (2010); Experton Group (2009), etc.

<sup>231</sup> Vgl. LeRouge and Lisetti (2005).

tive Sourcing-Strategie nicht nur Kosten und Ressourcen eingespart, sondern auch neue, flexible Arbeitsabläufe ermöglicht.

Die Fallstudie konzentrierte sich auf die Istprozesse des Unternehmens im Bereich des Zulieferer- sowie Kundenservices und analysierte die operative Umsetzung des vorher mit dem Unternehmen zusammen erarbeiteten strategischen GB-Konzepts unter Anwendung forschungsmethodischer Vorgaben. Im Rahmen der Fallstudie konnten u. a. neue Technologien eingesetzt werden, um die Ökobilanz des Unternehmens nachhaltig zu verbessern und darüber hinaus noch Unternehmensvorteile zu erzielen (siehe Tabelle 5).

**Tabelle 5: Verbesserungen im Zulieferer- und Kundenservice durch den IT-Provider<sup>232</sup>**

| Measures           |  | Description  | Economic value drivers  | Environmental value drivers  |
|--------------------|--|--|---|--|
| Customer interface | Multiple Level Support-Portal                        | Establishment of an IT-based customer portal based on a service-oriented architecture  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase customer satisfaction through direct customer access time and cost savings through reduction of personal questions</li> <li>• Cost savings and increased flexibility by "software on demand"</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduction of hardware and software, and company resources; thus improving the environmental performance of the company</li> <li>• High accessibility to customers, additional communication interface; greater transparency of information; less resource-intensive queries and search orders</li> <li>• Workflow support and enhanced usability in a back-end portal leading to reduced use of resources;</li> </ul> |
|                    | Technical equipment of the on-site service           | Use of synchronized mobile devices   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Save time by eliminating manual editing</li> <li>• Quality improvement through direct access to historical and real-time data</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saving of resources in terms of energy, paper and hardware through the use of new efficient appliances</li> <li>• Elimination of unnecessary lanes and routine tasks lead to improved environmental performance</li> </ul>  |
| Supplier interface | New forms of cooperation through modern technologies | Use of modern communication techniques in the interfaces to suppliers (such as audits, product developments and conferences)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Better use of synergies in research and development through more flexible cooperation</li> <li>• Faster time-to-Market</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synergy effects from the use of corporate assets</li> <li>• New possibilities for securing a Green Supply Chain</li> <li>• Resource efficient communication with development partners through modern forms of interaction (eg via video-conferencing and shared workplaces)</li> </ul>  |
|                    | Advanced Quality Management                          | Exchange of quality data and indicators necessary for sustainability certifications via standardized IT interfaces and negotiation of contractual principles of sustainability within the supply chain ("green procurement") | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cost reduction through elimination of semi-manual quality management and supply controls</li> <li>• Increased sales through improved quality and reputation ("green image")</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansion of quality management to the environmental aspect of sustainability ("Green Product Lifecycle" or "Product Life Cycle Assessment")</li> <li>• Conserving resources through the elimination of semi-manual work processes</li> <li>• Ensuring safety and environmental standards</li> </ul>  |

Parallel zur Fallstudie konnte im Rahmen der genannten Befragung von Experten die Brisanz und Relevanz des bevorstehenden Paradigmenwechsels zur Rolle der IT herausgestellt werden. Von 28 befragten Experten (Berater bzw. CIOs<sup>233</sup>) sprach sich jeweils eine Mehrheit für eine hohe Relevanz von GB sowie einem entsprechenden Framework mit Best Practices und die in diesem Punkt zugleich wichtige Rolle der IT als Enabler aus. Zudem sahen die Experten einen zunehmenden Druck auf die IT und erhöhten Investitionsbedarf bei der Umsetzung von GB. Unschlüssig waren sich die Experten bei der Ausgestaltung eines entsprechenden GB-Frameworks mit Bezug zu der Auswahl von Best Practices und geeigneter Kennzahlen zur Performance- und Nachhaltigkeitsermittlung innerhalb der

<sup>232</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>233</sup> Anmerkung: Zwecks Aufteilung der Experten siehe Aufsatz Klages et al. (2011), S. 8, Anhang A6.

jeweiligen Supply Chain eines beliebigen Unternehmens. Entsprechende Skills wurden bei ihren Mitarbeitern zudem vermisst.

Mit Blick auf die genannten Resultate kann insgesamt als Forschungsergebnis determiniert werden:

Die moderne, service-orientierte IT leistet einen wesentlichen Beitrag als proaktiver Business Consultant.<sup>234</sup> Ihre Querschnittsfunktion ist für effiziente Strukturen und Abläufe erforderlich. IT kann als strategische Ressource und Alleinstellungsmerkmal in einem wettbewerbsorientierten Umfeld gelten.

Die Erfahrungen mit Green IT- bzw. GB-Projekten haben gezeigt, dass IT-Funktionen als Auslöser der Triple Bottom Line durch die Bereitstellung von Infrastruktur, Know-how, Automatisierung, Messmethoden und Instrumenten fungieren können. Dies erfordert jedoch eine Inhouse-Berater-Position der IT innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette.<sup>235</sup> Auf diese Weise verschieben sich die internen IT-Aufgaben weg von der reinen Herstellung technischer Lösungen hin zu einer Konzentration auf die Wertschöpfung. Darüber hinaus ist es in diesem Zusammenhang wichtig, IT-Kenntnisse zu verbessern und bestehende Denkmuster zu überwinden.<sup>236</sup>

#### 4.5 Wissenschaftliche Verortung

Zwar konnte durch die durchgeführte SWOT-Analyse, Fallstudie und Befragung die Relevanz des Forschungssegments dargestellt werden, doch mit Blick auf den aktuellen Stand der Forschung bleiben noch viele Fragen im Kontext eines Green Business Frameworks oder auch IT-gestützten Sustainable Supply Chain Managements offen.<sup>237</sup> Ungeklärt sind - wenngleich erste Ergebnisse vorliegen - sowohl die Frage nach dem Einsatzszenario von Green IT-Instrumenten im Rahmen eines nachhaltigen Informationsmanagements,<sup>238</sup> die Ausgestaltung betrieblicher Umweltinformationssysteme,<sup>239</sup> die Abbildung und Messung von Umweltwirkungen in betrieblichen IS<sup>240</sup>, ökologische Aspekte zur Nutzung neuer

---

<sup>234</sup> Anmerkung: Dies bestätigt auch Protting (2008), S. 73f. mit seinen Untersuchungen.

<sup>235</sup> Vgl. Goeken et al. (2008), S. 19f.

<sup>236</sup> Vgl. Teuteberg und Gómez (2010), S. 7ff.

<sup>237</sup> Vgl. Maxwell und van der Vorst (2003), S. 883ff.; Möller und Schaltegger (2005), S. 73ff.

<sup>238</sup> Vgl. Ereğ et al. (2010), S. 18ff.

<sup>239</sup> Vgl. Teuteberg und Gómez (2010), S. 6.

<sup>240</sup> Vgl. Funk und Niemeyer (2010), S. 37ff.

Technologien wie RFID (Echtzeitinformation)<sup>241</sup> sowie konkrete Kennzahlen zur Ökobilanzierung und Nachhaltigkeitsberichterstattung innerhalb der Supply Chain<sup>242, 243</sup>. Dies bestätigt auch Srivastava (2007) in seinem Literaturreview zum Thema “*Green supply-chain management - a state-of-the-art literature review*”.<sup>244</sup>

Die vorliegenden Forschungsergebnisse konnten einige Forschungslücken im Rahmen der deutsch- bzw. englischsprachigen Aufsätze „*Erweiterter IT-Wertbeitrag durch Green Business*“ im Jahre 2010 (siehe Anhang A5) innerhalb der Fachzeitschrift Praxis der Wirtschaftsinformatik (auch: HMD) und „*IT as a trigger for Green Business*“ (siehe Anhang A6), aktuell zur Begutachtung eingereicht bei der Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e. V. 2011, schließen und teilveröffentlicht werden. Beide Aufsätze entstanden in Kooperation mit Markus Neumann und Prof. Dr. Michael H. Breitner. Der Reviewprozess wurde bzw. wird jeweils in dreifacher, doppelt-blinder Form durchgeführt.

Die Zielgruppe der Praxis der Wirtschaftsinformatik sind vor allem Praktiker, aber auch Wissenschaftler, welche die Praxisrelevanz und -anwendbarkeit einer zugrundeliegenden Forschungsfrage samt ihrer Forschungsergebnisse eruieren möchten.

Publiziert wurde der Aufsatz Neumann et al. (2010) im Sonderheft der HMD, Heft 74, zum Titelthema „*Green Computing & Sustainability*“. Herausgeber des im WKWI- und GI-FB-Ranking der Kategorie „B“ und dem VHB-JQ2-Ranking als „D“ zugeordneten Sonderhefts waren Jorge Marx Gómez, Susanne Strahinger und Frank Teuteberg.

#### **4.6 Entwicklung, kritische Würdigung und Ausblick**

Wie in den einzelnen Abschnitten der Aufsätze Neumann et al (2010) und Klages et al. (2011) dargestellt werden konnte, ist die Frage der Vereinbarkeit zwischen geschäftlichen Interessen und ökologischen Aspekte innerhalb eines Unternehmens mit entsprechender IT-Unterstützung ein sehr breit aufgestelltes Thema, welches trotz „*Mainstreamcharakter*“ noch viel Forschungspotenzial offenbart. Beispielsweise sind die verschiedenen Kosten- und Nutzeneffekte sowie Chancen und Risiken bei Berücksichtigung eines nachhaltigen Strategiekonzepts innerhalb einer workfloworientierten Unternehmung für eine abschließende wirtschaftliche Beurteilung im Detail ungeklärt. Dies ist auch nicht verwunderlich,

---

<sup>241</sup> Vgl. Thoroe et al. (2010), S. 56f.

<sup>242</sup> Vgl. Schmidt et al. (2010), S. 65ff.

<sup>243</sup> Vgl. Hervani et al. (2005), S. 330f.

<sup>244</sup> Vgl. Srivastava (2007), S. 53ff.

solange die bisherigen Strategieansätze keine konkreten Prozessvorgaben, Kennzahlen und ein - abgesehen von ersten Versuchen mit der Green Balanced Scorecard oder im Rahmen von System Dynamics<sup>245</sup> - dafür geeignetes Instrumentarium vorgeben.

Darüber hinaus können die Interessen und Gründe für eine Hinwendung zu ökologischen Themen abhängig von der Position auf dem Markt (Lieferant vs. Verbraucher) und/oder die Position innerhalb der Lieferkette sehr unterschiedlich sein. Daher ist die Bereitschaft, in einer ökologisch nachhaltigen Weise zu handeln, auch wenn sie nicht sofort in wirtschaftlichen Vorteilen enden, schwer einschätzbar und häufig vom Altruismusgrad der Entscheider abhängig.

Ferner wurde aufgezeigt, dass viele der auf Komplexität ausgerichteten Konzepte in erster Linie internen, restriktiven IT-Strategien folgen. Diese Strategien müssen deutlich verbessert werden, wenn sie bis in die Lieferkette eines Unternehmens ausgedehnt werden sollen. Allein betrachtet ist keines der Konzepte dazu in der Lage, die Green IT-Idee innerhalb und außerhalb des Unternehmens im Kontext von GB unter Verwendung von bewährten Praktiken zu transportieren. Nur eine bewusste Kombination verschiedener Ansätze könnte dies leisten. Ferner tritt bei den bisherigen Konzepten ein Mangel an kombinierter praktischer und wissenschaftlicher Fundierung zu Tage. Hier liegt auch die Ursache für die fehlende breite Akzeptanz und Umsetzung der Konzepte. Keines der untersuchten Konzepte beinhaltet zudem Aussagen über die neue Rolle der IT (intern wie extern). Auf ähnliche Einschränkungen verweisen auch Zarnekow und Erek (2008) sowie Schmidt et al. (2009).

Im Hinblick auf die eigene Forschungsleistung konnte durch explorative empirische Befunde nachgewiesen werden, dass die bisher eingeschränkt aufgefasste Idee von Green IT durch einen umfassenden GB-Ansatz erweitert werden kann und dabei die neue Funktion der IT in Betracht gezogen werden muss. Sowohl die Fallstudie als auch die Auswertung der Befragung konnten in diesem Kontext die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Strategieansatzes und die IT als treibende Kraft für die nachhaltige Optimierung der Supply Chain als wesentliche Erfolgsfaktoren identifizieren.

Das langfristige Ziel nachkommender Forschungsleistungen sollte daher ein ganzheitliches GB Management Framework in ähnlicher Form wie oder ergänzend zu IT-Service Management Frameworks wie ITIL sein. Zu diesem Zweck wäre in einem nächsten Schritt die

---

<sup>245</sup> Wittstruck und Teuteberg (2011).

Entwicklung standardisierter Metriken sinnvoll, die zur Kontrolle der Nachhaltigkeit innerhalb der Supply Chain Verwendung finden. Beispielsweise wäre die Entwicklung eines Decision Support Systems für IT- und Business-Entscheider (synonym Umweltinformationssystem bzw. -modul), welches mit validierten empirischen Echtzeitdaten arbeitet und automatisiert Nachhaltigkeitsberichte ermöglicht, gewinnbringend. Zwar probieren sich einige Softwareentwickler wie bspw. SAP im Augenblick an der Umsetzung, aber es mangelt bisher an der Zuverlässigkeit, an der Zielrichtung, an Standards und an der Marktdurchdringung solcher Systeme.

## 5 IT-gestütztes Energiemanagement

### 5.1 Kurzeinleitung und Spezifika des Forschungssegments

Die Zahl der Engpässe im deutschen und europäischen Stromübertragungsnetz steigt signifikant.<sup>246</sup> Die Ursache liegt vornehmlich in der Zunahme der Einspeisung aus fluktuierenden Erzeugungstechnologien erneuerbarer Quellen - insbesondere in Regionen mit geringem Verbrauch - und in der Zunahme des grenzüberschreitenden Stromhandels.<sup>247</sup>

Insbesondere diese Netzbelastungen durch unkalkulierbare Verlagerung der Lastflüsse werden in Zukunft weiter zunehmen, sind durch geeignete Technologien aber überwindbar. Durch Förderung einer verbrauchsnahe Erzeugung auf Basis kombinierter Kraft-Wärme-Prozesse (KWK; deckt bisher nur 13% des Strombedarfs) können die Energieeffizienz gesteigert und Übertragungsverluste in Stromnetzen gesenkt werden.<sup>248</sup> Dafür besteht allerdings die Notwendigkeit, mit geeigneter IT die zukünftige Informationsflut moderner Netzleittechnik zu erfassen und für das Bedienpersonal zur schnellen Verarbeitung aufbereiten zu können.<sup>249</sup>

Überdies ist das grenzüberschreitende, teilweise bereits gesetzlich<sup>250</sup> verankerte EU-Ziel<sup>251</sup>,

- bis zum Jahr 2020 ein dezentrales Energiemanagement mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien aufzubauen,
- im Kontext eines „virtuellen Bilanzkreises“ neben typischen dezentralen Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer und konventioneller Rohstoffe (wie Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) auch Windparks sowie Photovoltaikanlagen (sog. fluktuierende Erzeugungstechnologien) in den Grundlastbetrieb mit einzubeziehen,
- ein sicheres und europaweites Netz sowie eine effiziente IT-Betriebsführung (sogenannte Weitbereichsüberwachung) zu etablieren

---

<sup>246</sup> Vgl. Bode und Groscurth (2011), S. 2f.; Fechner (2009), S. 327; Hartge und Fischer (2004), S. 121f.; Kamper und Eßer (2009), S. 261.

<sup>247</sup> Vgl. Kamper und Eßer (2009), S. 262ff.; Goutard (2010), S. 1.

<sup>248</sup> Vgl. Frey (2009), S. 358ff.; Klobasa (2009).

<sup>249</sup> Vgl. Brandt (2007), S. 382; Eßer et al. (2007), S. 335.

<sup>250</sup> Vgl. Appelrath und Chamoni (2007), S. 329.

<sup>251</sup> Vgl. Directorate-General for Energy and Transport (2008).



- und die Echtzeitverfügbarkeit relevanter Betriebsdaten zu ermöglichen, um kritischen Betriebszuständen entgegenzuwirken.<sup>252</sup>

Die zugrundeliegende Funktionalität eines dezentralen Energiemanagementsystems steckt jedoch in der leittechnischen Kontrolle und Beherrschung der Komplexität aus dezentralen Erzeugungsanlagen und über dynamische Tarife sowie durch Smart Metering beeinflussbaren Stromverbrauchs.<sup>253</sup> Das klare Ziel ist daher die Vermeidung ineffizienter Last- sowie Erzeugungsspitzen und die Reduzierung der hierfür notwendigen Vorhaltung von teuren Reserveleistungen im Versorgungssystem.

Erste wenige Feldversuche mit Virtuellen Kraftwerken zeigen, dass durch zusätzliche Einspeisung in Zeiten des Spitzenbedarfs (Peak Load) ein Ausgleich erreicht wird, wodurch sich Potenziale erschließen lassen.<sup>254</sup> Konkrete Pilotprojekte<sup>255</sup> und Feldexperimente<sup>256</sup> zur Untersuchung von gesteuerten Lastverschiebungen sind jedoch bisher nur in der Planungsphase bzw. stehen am Anfang, sodass wenig empirische Daten zur Verfügung stehen.

Auf Seiten der Verbraucher sind Erfahrungen mit der Glättung der Bedarfskurve, beispielsweise mittels dynamischer Preisanreize im Tagesverlauf nur sehr eingeschränkt vorhanden.<sup>257</sup> Laut Moldering et al. (2010)<sup>258</sup> kann rund 50% des Haushaltsstromverbrauchs ohne nennenswerten Komfortverlust beeinflusst werden. Bei einem Anteil der Privathaushalte von knapp 29% am deutschen Stromverbrauch im Jahr 2009<sup>259</sup> ergibt sich somit ein Potential zur Beeinflussung von mehr als 10% des gesamten Stromverbrauchs.

Der diesem Aufsatz zugrundeliegende Forschungsgegenstand setzt hier an und führt Prognosen sowie Simulationen auf Erzeuger- und Verbraucherseite durch.

---

<sup>252</sup> Vgl. Directorate-General for Energy and Transport (2008).

<sup>253</sup> Vgl. von Roon und Steck (2009), S. 313ff.; Dötsch et al. (2009), S. 351f.; Deconinck (2010), S. 145.

<sup>254</sup> Vgl. Schulz et al. (2005), Wille-Haussmann et al. (2007), S. 604ff.

<sup>255</sup> Vgl. Lee et al. (2010).

<sup>256</sup> Vgl. Lee et al. (2010); Xiao et al. (2010); Moldering et al. (2010).

<sup>257</sup> Vgl. Bilecki (2009).

<sup>258</sup> Vgl. Moldering (2010), S. 1.

<sup>259</sup> Vgl. BMWi (2011).



munikation durch die IT-gesteuerte Anbindung der Verbraucher über die Datenzentrale und Einbindung weiterer Marktakteure<sup>265</sup> wie Handel, dezentrale Energieerzeuger etc. über ein Schattenportfolio (siehe Abbildung 21).

Wenn die Stromerzeugung in Zukunft vornehmlich über Mischkonstrukte (konventionelle und alternative Energieerzeugungsanlagen) stattfindet, so bestehen im liberalisierten Markt vielfache Abhängigkeiten aller Beteiligten zueinander.

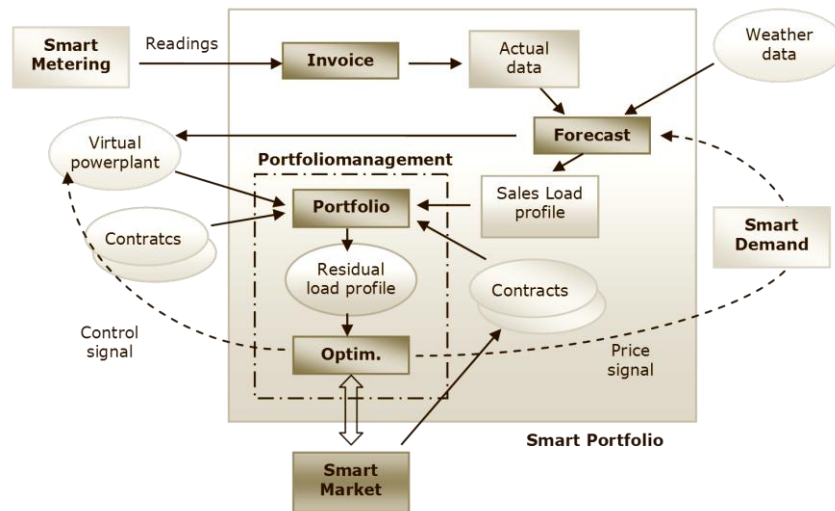


Abbildung 21: Zusammenspiel der einzelnen Marktakteure im dargestellten Szenario.<sup>266</sup>

Was bis zur Liberalisierung der europäischen Märkte zunächst über nur einen Energieversorger gesteuert wurde, setzt heute ein ausgeklügeltes Vertragsmanagement und eine regulierendes Medium wie die European Energy Exchange (EEX) in Leipzig voraus.<sup>267</sup> Als Intermediär ist somit ein „Smart Market“<sup>268</sup> vorgesehen, an dem „Ausgleichsleistung“ in Form von Differenzen zwischen Ein- und Auspeisung vorgenommen wird.

Damit werden die Voraussetzungen geschaffen, kleine dezentrale Stromerzeuger und Verbraucher, deren Absatzverhalten über dynamische Tarife beeinflusst wird, in einem gesammelten Optimierungsprozess zu berücksichtigen.<sup>269</sup>

Ausgangspunkt eines effizienten dezentralen Energiemanagements ist jedoch die zuverlässige und zeitnahe Vorhersage der fluktuierenden, weil wetterabhängigen Erzeugung und

<sup>265</sup> Vgl. Betz und Poor (2006); Mikulaschek (2007); Orths (2003).

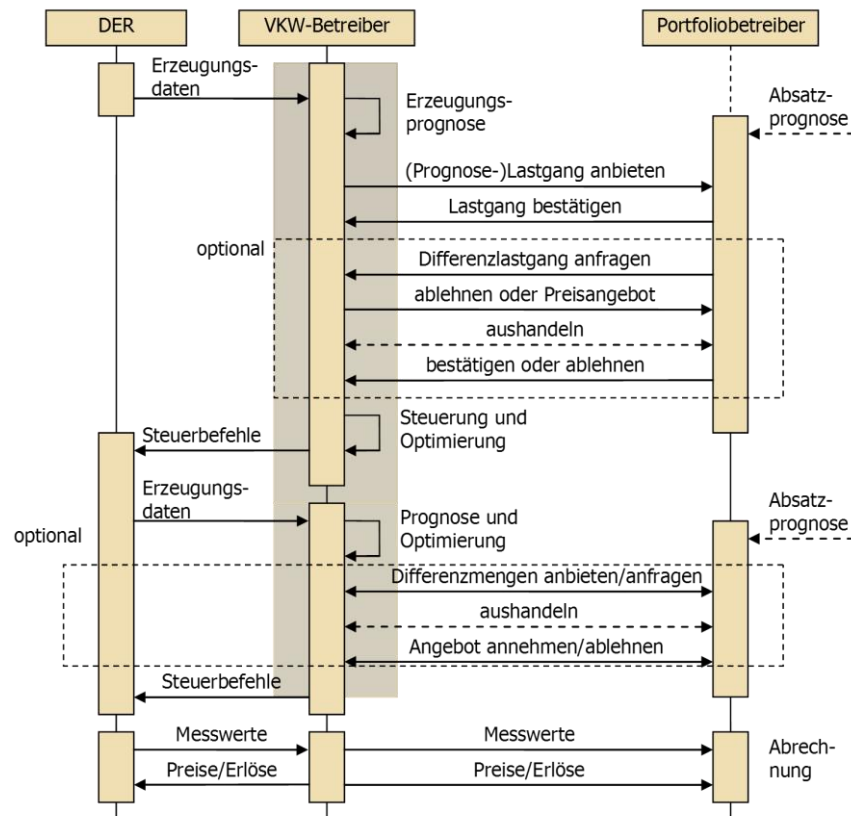
<sup>266</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an PSI Energy Markets GmbH (2010).

<sup>267</sup> Vgl. Block et al. (2009).

<sup>268</sup> Vgl. Block et al. (2009); O'Neill et al. (2008), S. 220f.

<sup>269</sup> Anmerkung: An dieser Stelle sei auch auf die Arbeit von Block et al. (2009) verwiesen, in der die Preiselastizität von Strom-Verbrauchern untersucht wird.

des Verbrauchs, der neben dem Wetter auch von anderen Einflussgrößen abhängig ist.<sup>270</sup> Im Kontext Virtueller Kraftwerke mit Energiemix ist somit die Integration der Klima- und Wetterdaten von wesentlicher erfolgskritischer Bewandnis. Unter einem „*Virtuellen Kraftwerk*“ (VKW) wird die Aggregation vieler dezentraler Erzeugungs-, Verbrauchs- und Speicheranlagen mit dem Ziel erprobt, durch zentrale Beeinflussung der einzelnen Anlagen, ein prognostizierbares und damit auch vermarktungsfähiges Lastprofil darstellen zu können. Im „*Smart Watts*“-Projekt besteht das VKW aus Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbarer Energie (Wind und Photovoltaik), sowie kleinen Blockheizkraftwerken (BHKWs), welche wärmegeführt betrieben werden (Heizung, Brauchwasser). Ein VKW-Betreiber muss neben anderen Aspekten in Abhängigkeit zu möglichst aktuellen und akkuraten Wetterdaten seine Lastgangprognose für kommende Perioden (oft die nächsten ein bis zwei Tage) mit geeigneter IT optimieren (siehe Abbildung 22).<sup>271</sup>



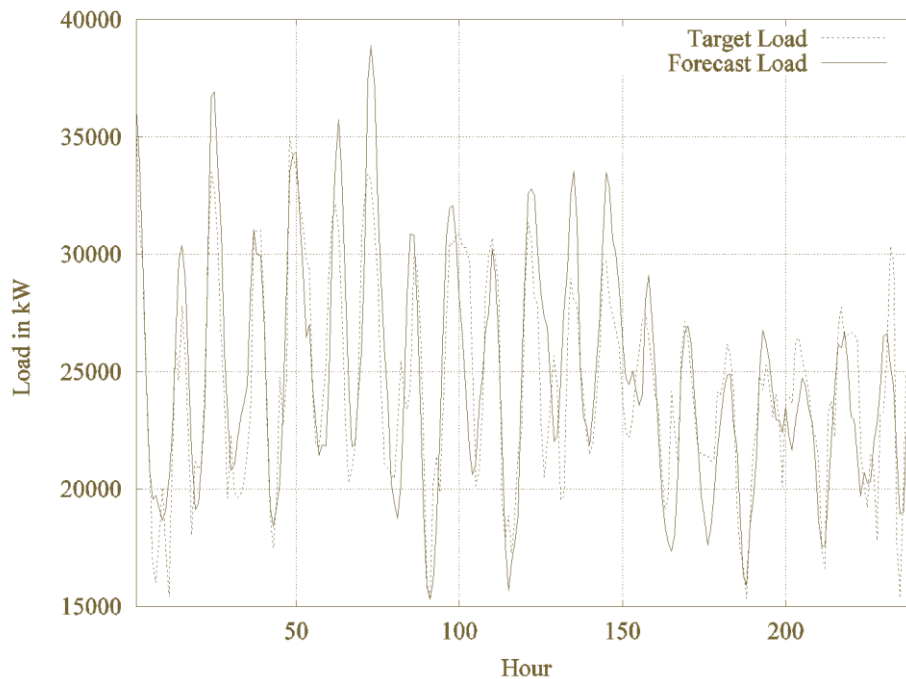
**Abbildung 22: Vereinfachte Darstellung eines möglichen „VKW-Betriebsprozesses“ im Projekt.**<sup>272</sup>

<sup>270</sup> Brandt (2007), S. 384ff.

<sup>271</sup> Vgl. Groschke et al. 2009, S. 14ff.; Anmerkung: Für tiefergehende Erläuterungen sei auf den entsprechenden Aufsatz Klages et al. (2011) verwiesen, Anhang A7.

<sup>272</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an PSI Energy Markets GmbH (2010); Anmerkung: Im Rahmen des Projektes wurde unter „DER“ ein Anforderungsprofil für VKW im Feldversuch sowie Angaben zur Art und Dimensio-

Durch sinnvolle zentrale Steuerung der BHKW kann zudem Lastverschiebung generiert werden, die zum Ausgleich der Differenz zwischen prognostizierter Erzeugung und dem Soll-Lastgang, der dem Lieferantenportfolio zugesagt wurde, geeignet ist.<sup>273</sup> Darüber hinaus ist auch das Mischverhältnis von konventionellen und alternativen Energieerzeugungsanlagen in der Prognose zu berücksichtigen. Im vorliegenden Forschungsvorhaben wird zur Prognose der Erzeugung und des Absatzes ein weiterentwickelter Neurosimulator auf FAUN-Basis verwendet (siehe Abbildung 23).<sup>274</sup>



**Abbildung 23: 24-Stunden Prognose zur wetterabhängigen, erwarteten Stromproduktion von BHKWs (in kWh).**<sup>275</sup>

Aus Verbraucherperspektive stellt eine kostenminimale, optimierte sowie energieeffiziente Betriebsführung aktueller und zukünftiger Gebäudetechnik ebenso eine Herausforderung dar wie für den Energieversorger.<sup>276</sup> Der im Projekt entwickelte „EEBus“ dient der Kommunikation innerhalb der Haushalte über PLC und implementiert so Aktoren, Sensoren, Messeinrichtungen und Visualisierungsgeräte in die Informationskette bei Nutzung vor-

nierung der dezentralen Erzeugungsanlagen bzw. technische Angaben bzw. Geräte wie Protokolle, Steuergeräte etc. aggregiert.

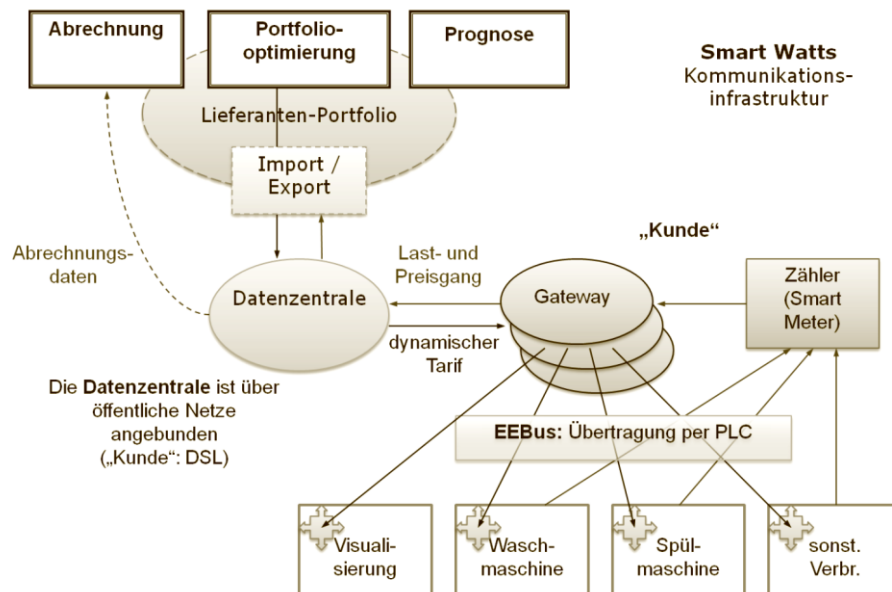
<sup>273</sup> Anmerkung: Zur eigentlichen Lastverschiebung schlagen Mohsenian-Rad et al. (2010) ein Modell vor, welches von den realen Energiekosten unabhängig ist. Stadler et al. (2009) untersuchen Lastverschiebungseffekte bei Haushaltsgeräten.

<sup>274</sup> Vgl. Breitner et al. (2007), S. 478ff.; Bartels und Breitner (2007), S. 466ff.

<sup>275</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an PSI Energy Markets GmbH (2010).

<sup>276</sup> Vgl. Hautekeete et al. (2010).

handener Übertragungswege.<sup>277</sup> So kann die kurzfristige Verfügbarkeit aller Verbrauchsdaten als 15-Minutenwerte im Portfolio sichergestellt werden (siehe Abbildung 24).



**Abbildung 24: Geplante „in-House“-Kommunikation einzelner Geräte über ein Gateway per EEBus-Protokoll zur Datenzentrale.**<sup>278</sup>

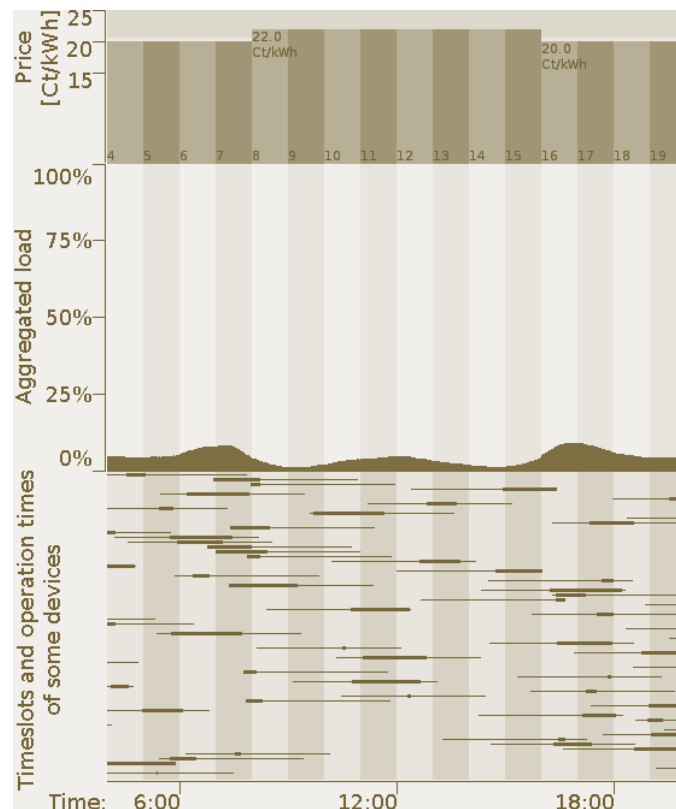
Das Projekt Smart Watts unterscheidet sich von den anderen Projekten auch dadurch, dass eine Beeinflussung des Verbrauchs durch dynamische Tarife, die situationsabhängig bestimmt werden, Bestandteil der Portfoliooptimierung ist. Preisänderungen werden von „intelligenten“ Verbrauchsgeräten interpretiert und führen zu einer „Lastverschiebung“ durch Vorwegnahme (niedriger Preis → einschalten) oder Verlagerung des Verbrauchs in spätere Zeiten (hoher Preis → abschalten).<sup>279</sup>

Durch Simulation der Verbrauchskurven kann frühzeitig auf die möglichen Verbrauchslasten geschlossen werden. Ein Beispiel für eine entsprechende Simulation zeigt Abbildung 25:

<sup>277</sup> Vgl. Appelrath und Chamoni (2007), S. 329f.

<sup>278</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an PSI Energy Markets GmbH (2010).

<sup>279</sup> Anmerkung: Vorhandene Konzepte sind insbesondere anreizbasiert oder nutzen direkte Steuerung. Anreizbasierte Konzepte belohnen die Teilnahme. Echtzeitbepreisung wird als die effizienteste Art des Energiemanagements angesehen, vgl. Albadi und El-Saadany (2007).



**Abbildung 25: Stromverbrauchskurven von Klasse A-Geräten.**<sup>280</sup>

Zum Einsatz kommt ein eigens entwickelter Simulator, ein Software-Artefakt, welches mit diversen Faktoren und Nebenbedingungen umgehen kann.<sup>281</sup> Die betreffenden Verbrauchsgeräte werden dabei in Klassen unterteilt.

### 5.3 Forschungsdesign

Der wissenschaftlich zu Grunde liegende Bezugsrahmen (Forschungsdesign) richtet sich insgesamt betrachtet an der stark erweiterten Forschungsmethode nach Heinrich (2006) in acht Phasen aus.<sup>282</sup>

Die Grundlage für die Identifizierung von Fragestellungen in diesem Forschungssegment bilden sowohl eine reduktive als auch strukturierte Literatursuche sowie nachfolgende Inhaltsanalyse.<sup>283</sup> Hierbei zielt der Untersuchungskontext darauf ab, die für den Untersuchungsbereich relevanten Passagen aus Publikationen zu filtern, Worthäufigkeiten und

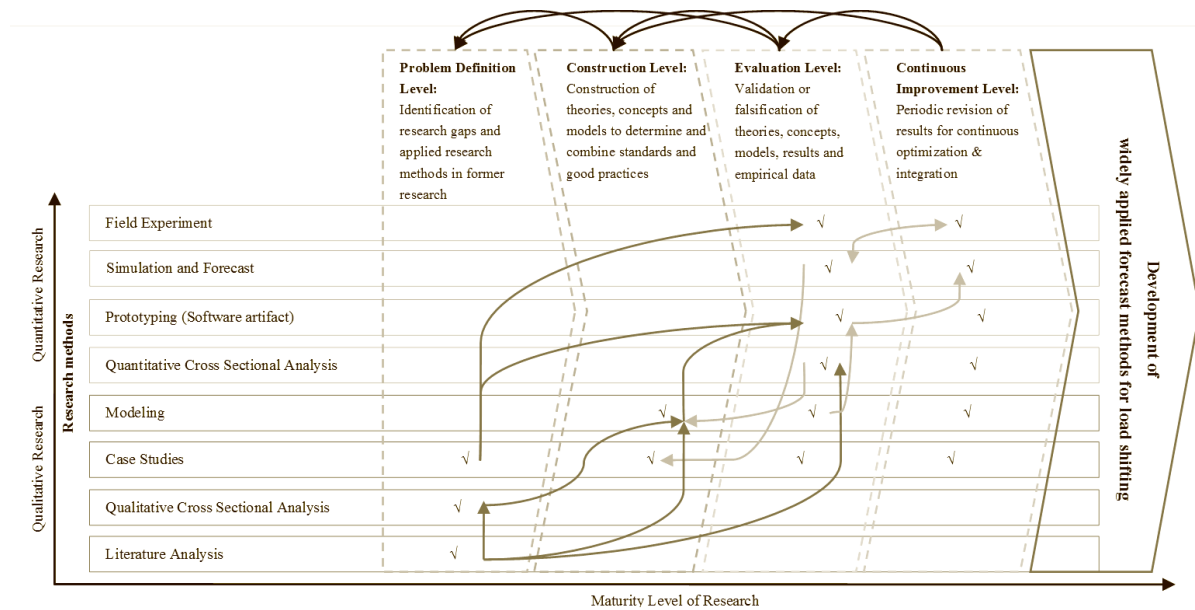
<sup>280</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>281</sup> Anmerkung: Details zu den Faktoren, Nebenbedingungen und der Parametrisierung des Simulators sind dem Aufsatz Klages et al. (2011) zu entnehmen, Anhang A7.

<sup>282</sup> Vgl. Heinrich (2006).

<sup>283</sup> Vgl. Mayring (2008), S. 520. Anmerkung: Zur eingesetzten PESTLE-Analyse sei auch auf Fahey und Narayanan (1986) verwiesen. Eine Einordnung der Forschungsmethoden ist auch bei Wilde und Hess (2007), S. 280ff. nachzulesen.

Wortgruppen zu identifizieren, semantische Abhängigkeiten zu eruieren, Ziel- sowie Rahmenbedingungen für die spezifischen Forschungsfragen zu determinieren und die gefilterten, meist qualitativen Informationen zu kategorisieren.<sup>284</sup>



**Abbildung 26: Wissenschaftliches Reifegradmodell und methodischer Bezugsrahmen zur Entwicklung eines Prognose- und Simulationsverfahrens für die Angebots- sowie Nachfrageseite im Energiemarkt.**<sup>285</sup>

Neben der vorausgehenden Literaturrecherche<sup>286</sup> umfassen die acht Phasen auch die Analyse und spätere Interpretation der Ergebnisse. Durch die Interpretation kann die Recherche einer wissenschaftlichen Begutachtung unterzogen werden. Die Ergebnisse der Literaturrecherche samt Analyse<sup>287</sup> flankieren die im Projekt identifizierten kritischen Faktoren und Limitationen für das zu erstellende Modell zur Lastverschiebung auf Angebots- und Nachfrageseite.<sup>288</sup>

Dabei ist das zugrundeliegende Modell für die Entwicklung eines Softwareartefakts (Prototyp) wesentlich, welches im Rahmen eines verbreiteten Forschungsansatzes mit einer Eva-

<sup>284</sup> Vgl. Lamnek (2005), S. 512.

<sup>285</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Braun und Esswein (2006), Heinrich (2006), Teuteberg und Wittstruck (2010), vom Brocke et al. (2009).

<sup>286</sup> Anmerkung: Eine detaillierte Darstellung der Literatursuchergebnisse sind dem Aufsatz Klages et al. (2011) zu entnehmen, Anhang A7.

<sup>287</sup> Anmerkung: Die Analyse fußt zudem auf den Forschungsmethoden von Swanson und Ramiller (1993) in Verbindung mit Mayring (2005) und Dibbern (2004) und Bestandteilen von Webster und Watson (2002), S. 16f.

<sup>288</sup> Anmerkung: Zum Thema Modellierung sei auf die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung nach Becker et al. (1995), S. 435 verwiesen.



lation seiner eigenen Anwendung kombiniert wird.<sup>289</sup> Neben Österle (2010) sieht auch Hevner (2004) in Softwareartefakten die Gelegenheit, sowohl existierende Problemstellungen als auch Hypothesen und Theorien durch die Erfahrung, die Kreativität und Intuition sowie Fähigkeiten zur Problemlösung seitens des Forschers zu überprüfen und zu modifizieren.<sup>290</sup> Ferner ermöglicht der Prototyp ein Experimentieren mit speziellen Lösungsmöglichkeiten, um bestehende Erkenntnisse im Gesamtkontext zu vertiefen und neue zu generieren.

Der Prototyp wird im Aufsatz von Mettenheim et al. (2010) näher vorgestellt. Ferner werden auf Grundlage des Prototypen Simulationen und Prognosen mit Hilfe von Neurosimulatoren durchgeführt, um in der wissenschaftlichen Fragestellung an verwertbare empirische Ergebnisse zu gelangen. Dies ist notwendig, weil die Beziehung zwischen Wetterfaktoren und dem zu prognostizierenden BHKW-Lastgang a priori unbekannt ist. Aus diesem Grund wird ein Universal Approximator unter Verwendung eines neuronalen Netzes herangezogen.<sup>291</sup> Der KNN-Teil der Forschungsaktivitäten folgt den Methoden nach Bartels und Breitner (2007) sowie Breitner et al. (2007).<sup>292</sup>

Schlussendlich werden die gewonnenen und ständig optimierten Simulations- und Prognoseverfahren in einem groß angelegten Feldexperiment (geplant für 2012) mit einer entsprechenden Anzahl von Anbietern (VKW-Betreiber etc.) sowie Nachfragern überprüft, validiert und einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterzogen. In Kombination mit dem horizontal dargestellt Punkten (siehe Abbildung 26) führt der Forschungsansatz zu einem entsprechenden Gesamtbild. Die Vorteile dieser Vorgehensweise liegen in der zyklischen Iteration der Teilergebnisse und einer langfristigen Validierung der Gesamtergebnisse über empirische Daten und einen ständigen Optimierungsprozess.

## 5.4 Forschungserfolge und Kernergebnisse

Das gewählte Forschungsdesign folgt den etablierten wissenschaftlichen Methoden der Triangulation<sup>293</sup> und des Design Science<sup>294</sup>. Mit der zunehmenden Reife des Modells und

---

<sup>289</sup> Vgl. Hevner et al. (2004), S. 75f.

<sup>290</sup> Vgl. Hevner et al. (2004); Österle et al. (2010).

<sup>291</sup> Vgl. Haykin (2009), S. 167f.

<sup>292</sup> Vgl. Bartels und Breitner (2007); Breitner et al. (2007).

<sup>293</sup> Vgl. Johnson et al. (2007), S. 112f.

<sup>294</sup> Vgl. Gericke und Winter (2009), S. 195f.; Becker et al. (2009); Hevner et al. (2004), S. 77.

Softwareartefakts zur Simulation und Prognose sowie mit der anschließenden Optimierung der Lastverteilung auf der Angebots- und Nachfrageseite wird der Untersuchungsgegenstand sowohl qualitativ als auch quantitativ analysiert. Hierbei können bestehende oder zukünftige Forschungsergebnisse anderer, teilweise parallel stattfindender Projekte im Smart Watts Projekt Berücksichtigung erfahren, aber auch weitere Forschungslücken aufgezeigt werden.

Die grundlegende Forschungsfrage „How can we realize an appropriate shift of production and consumption in modern energy grids using information systems and technology available today?“, die sich zu Beginn des Forschungsprojektes gestellt hat, konnte mit Blick auf die verwendeten Prognoseverfahren und den entwickelten Simulator erstmals beantwortet werden.

Im vorliegenden Aufsatz konnte gezeigt werden, dass den Herausforderungen und Zielen bis zum Jahr 2020 - welche auch von der EU genannt werden<sup>295</sup> - durchaus mit heutiger Technologie begegnet werden kann. Es wird herausgestellt, dass adäquates „Load-Shifting“ möglich ist und Potenziale bietet, um einen im Verhältnis zu heute signifikanten Anstieg des Anteils erneuerbarer Energien im aktuellen Energienetz zu erreichen. Dies funktioniert nicht nur auf Erzeugerseite, sondern über entsprechende Preisanreizmechanismen und teils verfügbarer, teils zu entwickelnder Technologien auch auf Verbraucherseite. Methodisch wird demonstriert, dass eine Kombination nicht-linearer und regelbasierter Modellierung zu adäquaten Ergebnissen führt. Das KNN extrahiert Beziehungen aus historischen Daten (Zahlenreihen), welche hochrelevant für KWK-Technologien und das Anforderungsprofil zum BHKW-Lastmanagement sind.<sup>296</sup> Diese Prognosen werden dann wieder in eine regelbasierte Simulation eingespeist.

Ein wichtiger ökonomischer Aspekt der Ergebnisse ist, dass der Einsatz von bestehenden Steuerungsmöglichkeiten in der Erzeugung kurz- bis mittelfristig ausreicht. Auf der Verbraucherseite besteht zudem die einzige Investition in Steuergeräten und Prognosemethoden. Auf lange Sicht wird es allerdings notwendig, Investitionen in neue Netz-Infrastrukturen zu tätigen, sobald der Anteil erneuerbarer, fluktuierender Energien im Vergleich zu heute deutlich zunimmt.

---

<sup>295</sup> Anmerkung: Siehe Kapitel 5.1.1.

<sup>296</sup> Vgl. Haykin (2009), S. 197f.

## 5.5 Wissenschaftliche Verortung

Mit Blick auf den Untersuchungsgegenstand sind die Zielsetzung und die verwendeten Methoden der Aufsätze Klages et al. (2011), Köpp et al. (2010) sowie von Mettenheim et al. (2010) von aktuellem Interesse.<sup>297</sup> Dies bestätigen sowohl die vorangegangene Literaturrecherche als auch die Publikationserfolge der beteiligten Autoren.

Alle Aufsätze entstanden in Kooperation mit Jun.-Prof. Dr. Hans Jörg von Mettenheim, Cornelius Köpp und Prof. Dr. Michael H. Breitner. Der relevanteste Aufsatz dieses Forschungssegments hat den Titel „*Two-sided load shifting for Sustainability in Ernergy Grids*“ und wurde bei der 73. Wissenschaftliche Jahrestagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. (VHB/BWL 2011) mit dem Rahmentagungsthema „Nachhaltigkeit - Unternehmerisches Handeln in globaler Verantwortung“ im Dezember 2010 eingereicht und im März 2011 angenommen.<sup>298</sup> Der Artikel befindet sich zudem in der Begutachtungsphase der VHB-zugehörigen Fachzeitschrift Business Research mit dem VHB JQ2.1-Ranking „B“. Der VHB bildet dabei die - auch für die Wirtschaftsinformatik - wichtigste Institution bei der Bestimmung wissenschaftlicher Qualitätsbewertungen (VHB-Rankings) im deutschsprachigen Raum, ist mit seiner Pflingsttagung trotz hoch einzuschätzender Reputation und Güte aus Objektivitätsgründen jedoch nicht mit im eigenen Ranking in Version 2.1 aufgeführt.<sup>299</sup>

Das Ziel der 73. Pflingsttagung ist dabei, „[spezifische Themenstellungen] aus unterschiedlichen Perspektiven zu analysieren, auf eine wissenschaftlich breitere Basis zu stellen und die betriebswirtschaftlichen Konsequenzen [...] der [Forschungsbereiche] zu thematisieren.“<sup>300</sup> Die Tagung bietet somit ein Forum für die Diskussion neuer Forschungsergebnisse.

Zwei weitere themengetreue, aber voneinander unabhängige Artikel befinden sich aktuell sowohl bei der Sonderausgabe Heft 1/2012 - Internet der Energie / Smart Grids - der Wirtschaftsinformatik (Fachzeitschrift) mit dem Titel „*Lastmanagement von Energienetzen - ein integriertes Entscheidungsunterstützungssystem*“ sowie bei der Gesellschaft für Infor-

---

<sup>297</sup> Anmerkung: Siehe Anhang A6/7.

<sup>298</sup> Anmerkung: Siehe Aufsatz Klages et al. (2011), Anhang A6.

<sup>299</sup> Vgl. VHB-JQ2 (2008); VHB-JQ2.1 (2011).

<sup>300</sup> Vgl. VHB Pflingsttagung (2011), o. S.

matik e. V. mit dem Titel „*Demand Side Management of future energy supply networks with price-sensitive Smart Appliances*“ unter Begutachtung.<sup>301</sup>

## 5.6 Entwicklung, kritische Würdigung und Ausblick

Die Zukunft des Stromsektors wird durch deutlich mehr erneuerbare und dezentrale Energieerzeugungskapazitäten charakterisiert sein.<sup>302</sup> Der Aufsatz befasst sich mit der Frage, wie den Herausforderungen dieses Wandels begegnet werden kann.

Bis die in Unterkapitel 5.1.1. beschriebenen Szenarien realisiert werden, sind noch viele Probleme zu überwinden. Insgesamt muss die bisher überwiegend hierarchisch organisierte Kommunikationsinfrastruktur des Energiesektors durch ein System ersetzt werden, das mit einer Vielzahl dezentraler Erzeuger, Speichereinheiten und Lasten kommunizieren kann. Ein integrativer Ansatz, welcher den bidirektionalen Datenaustausch mit der Netzsteuerung und ein Netzmanagement aus den Basisdaten der Erzeuger- und Speichereinheiten sowie Lasten ermöglicht und darüber hinaus die Verbraucherseite reguliert, ist dazu zielführend. Bisher erschweren allerdings eine Vielzahl unterschiedlicher Standards und Protokolle den Aufbau eines solchen Systems. Augenblicklich sind viele Konsortien mit ihren Projekten allein auf dem deutschen Markt damit beschäftigt, frühzeitig Standards zu etablieren. Dies geschieht vornehmlich in der Hoffnung, eigene Standards anschließend in "nationale Richtlinien" zu überführen oder eine spätere hohe Marktdurchdringung zu erreichen, mit der über entsprechende Lizenzen monetäre Mittel fließen. Das Ziel ist ein weiter wachsendes smartes "Energienetz". Die Gefahr dieser Vorgehensweise ist eine hohe Heterogenität im späteren Netz.

Mit Blick auf die zugrundeliegenden Forschungsaktivitäten bestehen darüber hinaus Limitationen. Die praktische Wirksamkeit des beschriebenen Ansatzes kann nur in einem Feldversuch, der voraussichtlich im Jahr 2012 startet, überprüft werden. Der Feldversuch wird auf den im Aufsatz dargestellten Simulationsergebnissen basieren. Die Last-Prognosen auf Basis von Wetterdaten und historischen Zeitreihen müssen sich bewähren.<sup>303</sup>

Ferner wurden für die im Prototyp durchgeführten Simulationen bestimmte Annahmen getroffen, die nicht notwendigerweise in realen Geräten umgesetzt werden. Das Verhalten

---

<sup>301</sup> Anmerkung: Siehe von Mettenheim et al. (2010) und Köpp et al. (2010), Anhang A7/B9.

<sup>302</sup> Anmerkung: Lastverschiebung kann hier helfen, vgl. Gellings und Chamberlin (1988); Klobasa und Ragwith (2006); Eßer et al. (2007), S. 335.

<sup>303</sup> Vgl. Hevner et al. (2004), S. 75ff.

von Geräten oder der Verbraucher auf schwankende Stromtarife ist heute noch nicht bekannt.<sup>304</sup> Standards sind für beide Aspekte (sowohl Tarifausgestaltung als auch Gerätereaktion) bisher ebenfalls nicht definiert. Die für die Simulationen verwendete Geräteklasse ist zudem einfach gehalten.<sup>305</sup> In einer realen Anwendung werden jedoch anspruchsvollere Geräteklassen anzutreffen sein.<sup>306</sup> Eine gründliche Analyse der thermisch-elektrischen Bedingungen ist dann erforderlich.

Außerdem werden im Feldversuch anders als bei den zugrundeliegenden Annahmen verschiedene Arten von KWK eingesetzt: zum Beispiel BHKW mit zusätzlichen Heizelementen.

Im Umkehrschluss wird der Feldversuch dazu verwendet, Daten zu sammeln, die Lastprognosen zu optimieren und den Simulator (Prototypen) zu kalibrieren.<sup>307</sup> Dieser wird anschließend an sich selbst evaluiert, so wie es Hevner et al. (2004) vorschlägt.<sup>308</sup> Der Fokus des Feldversuchs - der ebenfalls zum Forschungsvorhaben zu zählen ist - ist somit auch die praktische Umsetzbarkeit der Vorhersagemethodologie und der eingesetzten IT-Systeme.

Ein weiteres Problem könnte die im Projekt verwendete unidirektionale Verbreitung von Preissignalen an die betreffenden Geräte sein.<sup>309</sup> Zwar reichen diese zur Steuerung der Geräte aus, jedoch kann die Reaktion nicht garantiert werden, wie Moldering et al. (2010) bestätigen.<sup>310</sup>

Mit subsumierendem Blick auf das Projekt-Szenario (Jahr 2020) zwingt sich der Vergleich mit dem Frühstadium des Internets auf. Es ist in vielerlei Hinsicht noch nicht abzusehen, wie sich die weitgehend hierarchisch organisierte Netz- und Kommunikations-Infrastruktur

---

<sup>304</sup> Anmerkung: Hautekeete et al. (2010) bemängeln fehlende Untersuchungen zum Nutzerverhalten.

<sup>305</sup> Anmerkung: Typische Haushaltsgeräte mit Lastverschiebungspotenzial sind Spülmaschinen, Waschmaschinen, Wäschetrockner, Kühlschränke, Gefriertruhen und Warmwasserspeicher, vgl. Mohsenian-Rad et al. (2010); Moldering et al. (2010); Samadi et al. (2010); Stadler et al. (2009).

<sup>306</sup> Anmerkung: Nachtspeicheröfen, Klimaanlage und Wärmepumpen sowie Batterien kommen ebenfalls in Betracht, vgl. Stadler et al. (2010) sowie Xiao et al. (2010). Elektrofahrzeuge (vgl. Caron und Kesidis (2010); Lee et al. (2010); Mohsenian-Rad et al. (2010); Samadi et al. (2010)) werden sowohl als Chance (vgl. Fluhr et al. (2010)) als auch als Risiko für die Netzstabilität gesehen, da diese zu einer Verdoppelung der Haushaltslast führen könnten (vgl. Caron und Kesidis (2010); Molderink et al. (2010)).

<sup>307</sup> Anmerkung: Eisenhardt (1989) empfiehlt eine(n) zweiseitigen Informationsfluss und eine beiderseitige Beeinflussung (sowohl von eingesetzten Instrumenten bzw. Artefakten innerhalb der Fallstudie als auch Erkenntnissen aus der Fallstudie mit Einfluss auf die eingesetzten Artefakte).

<sup>308</sup> Vgl. Hevner et al. (2004), S. 79ff.

<sup>309</sup> Anmerkung: Stadler et al. (2009) untersuchen Lastverschiebungseffekte bei Haushaltsgeräten.

<sup>310</sup> Vgl. Moldering et al. (2010).

tur des Energiesektors (Technik, Schnittstellen, Protokolle etc.) entwickeln wird bzw. soll. Aber nicht nur die Technik und Struktur steht momentan noch auf dem Prüfstand, ebenso die Tarifgestaltung aus Lieferanten- bzw. Portfoliobetreibersicht und die vertraglichen Bedingungen aller Beteiligten. Staatliche Regularien sind ebenfalls zu berücksichtigen und konterkarieren möglicherweise die Bestrebungen eines flexiblen Tarifmodells in Echtzeit bzw. Minutentakt mit dem Endverbraucher.<sup>311</sup>

In vielen Bereichen besteht international somit noch Forschungsbedarf.

---

<sup>311</sup> Vgl. Benz (2008), S. 460f.; Kranz et al. (2010), S. 2f.; Wittmann und Bruckner (2007), S. 352.

## 6 Fazit, kritische Würdigung und Ausblick

Sämtliche in dieser Arbeit vorgestellten Problem- sowie Untersuchungsgegenstände lassen sich zusammen mit dem jeweilig verwendeten Methodologiespektrum und den Forschungsergebnissen innerhalb der Wirtschaftsinformatik verorten. Die Wirtschaftsinformatik wird dabei als eigenständige wissenschaftliche Disziplin mit eigens definierten Objekten, Zielen und Verfahren interpretiert.<sup>312</sup>

Die in dieser Arbeit dargelegten Forschungsleistungen tangieren diese Aspekte und erweitern somit den Erkenntnisbereich der Wirtschaftsinformatik, indem sie sich dem Erkenntnisgegenstand, den verfolgten Intentionen sowie den allgemein anerkannten und eingesetzten Methoden zuordnen lassen. Die jeweiligen Forschungsergebnisse erfüllen dabei die Erkenntnisziele sowohl der gestaltungsorientierten als auch der behavioristisch-geprägten Wirtschaftsinformatik-Forschung.

Die präsentierten Forschungsergebnisse greifen dabei auf

- die empirische Sozialforschung samt Hypothesen, Theorien und quantitativen Studien (Befragungen, Fallstudien etc.) und
- die Konstruktion innovativer Artefakte sowie den Entwurf korrespondierender organisatorischer Kontexte (Software-Prototypen, konzeptionelle (Referenz-)Modelle bzw. Bezugsrahmen, Business Models etc.)<sup>313</sup>

zurück.

Aufgaben, Menschen, Verhaltensmuster, Computer (IT/IS) und Relationen sind dabei die vorgegebenen Komponenten und Beziehungstypen im Problemfeld der Wirtschaftsinformatik und sind in komponententyp-orientierte, beziehungstyp-orientierte und ganzheitliche Forschungsfelder unterteilbar.<sup>314</sup> IT bildet hierbei die Schnittstelle. *„Dabei werden Informationssysteme [auch im Rahmen dieser Arbeit] nicht als Selbstzweck betrachtet, sondern dezidiert als Mittel zur Festigung und Förderung der Wettbewerbsfähigkeit von Organisationen“*<sup>315</sup> und bedingen einer praktischen Relevanz sowie Anwendbarkeit.

---

<sup>312</sup> Vgl. Sinz (2010), S. 27.

<sup>313</sup> Vgl. Frank (2010), S. 35.

<sup>314</sup> Vgl. Sinz (2010), S. 30f.

<sup>315</sup> Frank (2010), S. 35f.

Die wissenschaftliche Identität und die Legitimation der Forschungsvorhaben inklusive Ergebnissen ergeben sich neben den bereits in vorangegangenen Kapiteln genannten und in den Forschungsvorhaben jeweils abgeprüften Güte- und Bewertungskriterien der Wirtschaftsinformatik durch drei wesentliche Postulate: Originalität, Abstraktion und Begründung.<sup>316</sup>

Das in dieser Arbeit dargelegte Erkenntnisangebot ist im Sinne von Frank (2010) originell, weil es dazu geeignet ist, sachkundige Betrachter zu überraschen.<sup>317</sup> Ferner unterliegt es einer Abstraktion, weil sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht nur auf einen Einzelfall beschränken, sondern die Anwendbarkeit auf eine Vielzahl gleichgearteter Fälle ermöglichen. Und letztlich liegt jeweils eine Begründung in nachvollziehbarer Weise vor.<sup>318</sup>

Diese wird durch die Bewertung der Forschungsergebnisse und deren Akzeptanz durch die wissenschaftliche Community zudem gestärkt. Nach Bortz und Döring (2006) hat eine Theorie eine Chance auf Verbreitung im wissenschaftlichen Publikationswesen, wenn sie auf eine entsprechende Akzeptanz stößt.<sup>319</sup> Sind die Forschungsergebnisse Bestandteil einer solchen Veröffentlichung, so kann argumentiert werden, dass sie durch die Begutachtung der wissenschaftlichen Gemeinschaft mittels dreifach blindem Peer-Review-Verfahren, mehrerer Gutachterrunden und der dort angelegten Maßstäbe zur Qualitätsprüfung einem hohen Anspruch genügen. Darüber hinaus dient die Präsentation auf Fachkonferenzen und die kritische Diskussion über den Inhalt eines Aufsatzes zur Verbreiterung der Präsenz in der Fachöffentlichkeit und stärkt im Positivfall seinerseits wiederum die Akzeptanz bzw. Qualität.<sup>320</sup> Nach Cooper und Schindler (2008) sollte die durchgeführte Forschung ferner entweder einen Beitrag zur Grundlagenforschung leisten oder praktische Bedeutung aufweisen und zur Entscheidungsunterstützung beitragen.<sup>321</sup> Die präsentierten Aufsätze in dieser Zusammenfassung unterliegen diesen Prinzipien.

Im Folgenden werden ein kurzes Fazit je Forschungsvorhaben, eine kritische Würdigung anhand der zu Beginn der Arbeit vorgestellten Forschungsfragen gezogen und offene For-

---

<sup>316</sup> Anmerkung: Siehe auch Frank (2010), S. 37.

<sup>317</sup> Vgl. Frank (2010), S. 35f.

<sup>318</sup> Anmerkung: Siehe Kapitel 2 bis 5 sowie die dort jeweilig genannten Artikel.

<sup>319</sup> Vgl. Bortz und Döring (2006), S. 33.

<sup>320</sup> Vgl. Bortz und Döring (2006), S. 33.

<sup>321</sup> Vgl. Cooper und Schindler (2008), S. 13.



schungsfragen bzw. -lücken diskutiert. Zu diesem Zweck werden die wichtigsten Ergebnisse der insgesamt vier Forschungssegmente in komprimierter Form dargelegt:

### **IT-Wirtschaftlichkeit und Integration**

Die Fragen zum Forschungsthema IT-Wirtschaftlichkeit und Einführung lauten:

- Wie ist eine Wirtschaftlichkeitsanalyse von CMS unter Berücksichtigung hochschulspezifischer Besonderheiten durchführbar?
- Wie kann ein anwendbares Vorgehensmodell zur Wirtschaftlichkeitsanalyse von CMS gestaltet sein?

Das im Zuge der Projektstätigkeiten entwickelte Zehn-Schritte-Vorgehensmodells zur Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsanalyse von CMS im Umfeld von Hochschulen ist ein komplexes Konstrukt, mit dem es erstmalig möglich ist, eine quantitative sowie qualitative Begutachtung der Kosten- und Nutzeneffekte als Grundlage eines IS-Alternativenvergleichs vorzunehmen. Die zuvor durchgeführte Analyse zum Stand der Forschung ergab keinen Hinweis auf eine ähnliche einheitliche, literarisch bzw. wissenschaftlich verankerte sowie geeignete Vorgehensweise zur spezifischen Zweckerfüllung.

Die zugrundeliegende Drei-Schichten-Kostenmethode, welche ihrerseits auf vier Grundmodellen zur Analyse und zum Vergleich von Soll-/Ist-Zuständen sowie zur Entwicklung einer zielorientierten Heuristik basiert, ermöglicht es, hochschulspezifische Besonderheiten in Prozessbündeln des akademischen Zyklus zu verorten und Kosten- und Nutzeneffekte über die gesamte Organisation hin zu ermitteln. Dies geschieht unter Einsatz einer Vollkostenrechnung samt Vollzeitäquivalenten in Kombination mit analytischen Schätzungen sämtlicher involvierter Akteure. Dies bildet die Grundlage für das chronologisch aufbauende Phasen- bzw. Stufenmodell (Vorgehensmodell in zehn Schritten).

Die Ermittlung der differenziert betrachteten und in externe sowie interne Kosten aufgeteilten Projekt- und Betriebskosten wird in den Schritten 1 bis 4 vorgenommen. In den Schritten 5 und 6 werden unter Berücksichtigung der Drei-Schichten-Kostenmethode Kostendämpfungswirkungen durch den Einsatz eines CMS mittels quantifizierter Nutzeneffekte berechnet. Eine Gegenüberstellung der bestimmten Kosten und Nutzen wird in Form einer Gesamtrechnung in Schritt 7 etabliert. Die Schritte 8 und 9 ergänzen die Berechnung.

gen um qualitative Aspekte, welche für die zu treffende Entscheidung relevant sind. In Schritt 10 folgt die komprimierte Darstellung der Ergebnisse als Management Summary.<sup>322</sup>

Kritisch zu betrachten ist an den Forschungsergebnissen, dass die Parameterwahl und die Gewichtung der Kosten- sowie Nutzeneffekte im Rahmen des Vorgehensmodells das Spannungsfeld zwischen Best- und Worst-Case nachhaltig beeinflussen. Bei einer langfristigen Vorhersage von bis zu acht Jahren in die Zukunft ergeben sich mit Blick auf systemimmanente Veränderungen im Vergleich zum Status Quo möglicherweise Abweichungen des Modells zur Realität. Diese Problematik obliegt jedoch jedwedem Modell als vereinfachtes Abbild der tatsächlichen Welt.

Ein weiterer kritischer Punkt liegt in der Besonderheit des Arbeitsumfeldes einer Hochschule begründet. Der Anteil nicht monetär messbaren Nutzens ist durch Prozesse der Lehre und Forschung besonders ausgeprägt. Die Bewertung eines - im Idealfall - optimierten Workflows durch ein CMS ist damit nur sehr schwer identifizier-, mess- und adaptierbar für ein komplexes Vorgehensmodell zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von CMS. Die Folge können semantische Fehler sein.

Darüber hinaus kann ein hoher Wertbeitrag durch ein CMS nur erzielt werden, wenn die heterogen strukturierte Organisation das System zentral und dezentral pflegt: sowohl in Bezug auf die Datenintegrität als auch im täglichen Umgang mit dem System durch Verwaltung und Lehre. Das Vorgehensmodell samt Prognoseverfahren kann hier nur punktuelle Ergebnisse sowie ein Spannungsfeld als Entscheidungsunterstützung liefern, nicht aber jede Eventualität bzw. jedes Risiko eines eingeschlagenen Migrationspfades voraussehen. Es existieren Grenzen der Formalisierbarkeit, die auch das präsentierte Vorgehensmodell nicht umgehen kann.

Mit Blick auf das Vorgehensmodell zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von CMS ergibt sich neben den genannten kritischen Aspekten darüber hinaus noch ein offenes Forschungsfeld:

- Bisher wurde das Vorgehensmodell nur im deutschen Hochschulumfeld entwickelt und eingesetzt. Eine Anpassbarkeit an die Strukturen und das Umfeld internationa-

---

<sup>322</sup> Vgl. Sprenger (2011), S. 56; Sprenger et al. (2010).

ler Hochschulen wird angenommen, wurde jedoch noch nicht wissenschaftlich untersucht.<sup>323</sup> Dies wäre anzustreben.

### **IT-gestütztes Drittmittelmanagement**

Die Fragen zum Forschungsthema IT-gestütztes DM lauten:

- Wie ist der Status Quo des DM?
- Wie sollte ein auf die Organisations- und Prozessstruktur von Hochschulen und Forschungstätigkeiten ausgerichtetes DM IT-seitig unterstützt sein?

Die Grundmittelversorgung durch die Länder reicht häufig nur noch zur Sicherung des allgemeinen Lehrbetriebs aus, da sie nicht im Verhältnis zu den Kosten angestiegen ist.<sup>324</sup> Durch zunehmende Globalisierung und Öffnung des europäischen Forschungsraums ist jedoch gleichzeitig der finanzielle Druck auf die deutschen Hochschulen gestiegen, um auf einem konkurrenzfähigen Niveau wissenschaftliche Forschung weiterhin betreiben zu können. Für die nachhaltige Finanzierung ist daher eine verstärkte Generierung von Drittmitteln oft unerlässlich geworden. Aus diesen und anderen Gründen nimmt das Volumen von Forschungsdrittmitteln insbesondere an deutschen Hochschulen stetig zu. Darüber hinaus steigt die Komplexität mit zunehmender Anzahl unterschiedlicher Geldgeber sowie einer für Einzelpersonen unüberschaubaren Vielfalt an auferlegten Restriktionen zur nachweisbaren Mittelverwendung, sodass das Management von Drittmitteln mit all seinen Verwaltungsvorgängen (Prozessbündel) zunehmend wichtig wird. Zur Gewährleistung der konformen und optimalen Mittelausschöpfung ist daher eine angemessene IT-Unterstützung der betreffenden Prozesse notwendig und zielführend. Verschiedene Nutzer haben jedoch je nach Einordnung in die Organisation unterschiedliche Anforderungen an eine solche Software. Institute benötigen häufig eine Unterstützung, die über die bisher übliche Kennzahlenüberwachung der zentralen Hochschulverwaltung (Hochschul-Controlling) hinausgeht. Hierdurch können die Institute in ein Spannungsfeld zwischen politischen und wirtschaftlichen Interessen geraten. Die politisch angestrebte strikte Bindung der meisten verfügbaren Mittel an feste Verwendungszwecke steht mit einer wirtschaftlich angestrebten

---

<sup>323</sup> Sprenger (2011), S. 60.

<sup>324</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2009), o. S.

effizienten Mittelverteilung und -ausschöpfung nicht selten im Konflikt. Darüber hinaus ist die alleinige Betrachtung von Forschungsprojekten häufig nicht ausreichend und der Einbezug angrenzender Prozesse sinnvoll. In diesem Kontext wird eine einheitliche Erweiterung vorhandener Hochschulverwaltungssoftware als zielbewußt angesehen, um das Drittmittelmanagement (DM) mit unterschiedlichen „Nutzersichten“ zu unterstützen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden neben der sich aus der Problemstellung ergebenden Forschungsfrage die Ergebnisse einer explorativen Expertenbefragung sowie einer spezifisch ausgewählten Fallstudie vorgestellt und zu Hypothesen aggregiert. Diese teils qualitativen, teils quantitativen Ergebnisse dienen als Basis für ein Software-Artefakt (Prototyp). Dieses wiederum ermöglicht eine systematische Beobachtung und Evaluation der Teilergebnisse aus der explorativen Expertenbefragung im natürlichen Kontext der Fallstudie (Prozessmodellierungen etc.) und unter Verwendung spezifischer Metriken. Zeitgleich findet auch eine Evaluation des Prototypen durch die Methode der Pilotierung innerhalb der Fallstudie selbst statt.<sup>325</sup> Die aus der Anwendung spezifischer Forschungsmethoden resultierenden Erkenntnisse und Herausforderungen an die IT-Unterstützung des DM werden diskutiert, Optimierungspotenziale identifiziert und in Handlungsempfehlungen überführt.

Auf Grundlage der gewonnenen Forschungsergebnisse kann daher für eine effiziente Umsetzung der Einsatz

- eines Referenzmodells zum Drittmittelressourcenmanagement (im Sinne eines Multiprojektmanagements) und
- einer durch Customizing angepassten Sichten-Modulerweiterung einer (ERP-) Hochschulverwaltungssoftware

für viele deutsche Hochschulen als zielorientiert angesehen werden. Ziel ist die Entwicklung einer ganzheitlichen IT-Unterstützung der Querschnittsdisziplin DM, welche einen detaillierten Überblick über die relevanten Projektdaten und -zahlen sowie eine Cockpit-Funktion zur Entscheidungsunterstützung bietet.

Die erwähnten Ergebnisse unterliegen jedoch Limitationen. So divergieren die Institute der Hochschulen stark in Ausrichtung, Größe, Ressourcen (Assets), Workflows und For-

---

<sup>325</sup> Vgl. Österle et al. (2010), S. 1ff.

schungsorientierung. Hinzu kommen unterschiedliche Anforderungen an eine IT-Unterstützung auf Ebene der zentralen Verwaltungseinrichtung und auf der operativen Institutsebene. Dies erfordert von der IT bzw. IS einen hohen Grad an Parametrisierbarkeit. Ansonsten führt ein erforderliches Customizing zu wesentlichen Adaptions- und Migrationsaufwänden.

Diesbezüglich existieren auf dem Markt noch keine ausgereiften Referenzmodelle zum ganzheitlichen DM und kaum Ansätze zu entsprechend granularen Softwarelösungen. Aus diesem Grund ist der zukünftige Forschungsbedarf als hoch einzuschätzen und erfordert weitere Schritte:

- Nach einer weiteren Exploration der aktuellen Situation deutscher Hochschulen ist die detaillierte Ausarbeitung eines allgemeinen Konzepts zur Verbesserung der IT-Unterstützung empfehlenswert.
- Daraus sollte die Entwicklung eines Referenzmodells zum Drittmittelressourcenmanagement u. a. in Kooperation mit einem geeigneten Softwareunternehmen resultieren.
- Ziel ist die verbesserte Unterstützung aller Prozessbeteiligten durch eine vernetzte Darstellung der Informationen in verschiedenen Sichten, die speziell an die Bedürfnisse der jeweiligen Nutzer anpassbar sind.
- Unter Berücksichtigung des Referenzmodells sollte eine Überführung der Programmstrukturen aus dem vorgestellten Prototypen in ein entsprechendes Forschungsmanagementmodul einer geeigneten Standardsoftware stattfinden.
- Eine Evaluation der entwickelten Software im multiplen praxisrelevanten Einsatz ist anzustreben.

## **IT-Wertbeitrag und Green Business**

Im Forschungssegment GB und IT Wertbeitrag treten folgende Forschungsfragen auf:

- Wie können die drei Dimensionen „soziales, ökonomisches und ökologisches Handeln“ innerhalb eines IT-gestützten ganzheitlichen Supply Chain Managementansatzes realisiert werden?

- Wie kann der IT-Provider im Kontext einer Sustainable Supply Chain und unter Verwendung des Green Business Ansatzes zusätzlichen Business Value generieren?

Innerhalb dieses Forschungssegments konnte anhand explorativ empirischer Ergebnisse aufgezeigt werden, wie der eingeschränkte Green-IT-Ansatz zu einem umfassenden Green-Business-Ansatz zu erweitern ist und welche wesentliche Rolle die IT bei dieser Entwicklung einzunehmen hat. Die Optimierung der Geschäftsprozesse innerhalb einer komplexen Value bzw. Supply Chain ist in Bezug auf Nachhaltigkeit nur durch die unterstützende Leistung der IT zu realisieren. Der IT-Provider nimmt zudem eine aktive Beraterrolle auch bei der Generierung von neuen Geschäftsmodellen aufgrund seiner internen Erfahrungen ein und positioniert sich als Treiber. Damit wird nebenbei eine wesentliche Ausweitung des IT-Wertbeitrags erreicht. Die durchgeführte empirische Exploration zur Rolle der IT und die Analyse bestehender Strategie- und Beratungskonzepte bestätigten diese zunächst qualitativ hervorgebrachten Ergebnisse. Zur Evaluation der entwickelten Thesen und zur Entwicklung des umfassenden Green-Business-Ansatzes wurden darüber hinaus eine repräsentative Fallstudie eines Optimierungsprojekts und eine explorative Expertenbefragung herangezogen. Sowohl die identifizierten Implikationen, Interdependenzen, Herausforderungen als auch „good bzw. best practices“ und Workarounds zur Etablierung der drei sich gegenseitig tangierenden Dimensionen „soziales, ökonomisches und ökologisches Handeln“ flossen vor dem Hintergrund des St. Galler Managementmodells in dieses erweiterte ganzheitliche Framework zur strategischen Verankerung des Nachhaltigkeitsgedankens unter Verwendung bereits existierender Ansätze wie Corporate Governance, Corporate Social Responsibility und Corporate Sustainability als positive Einflüsse mit ein.

Es existieren aber grundsätzliche Grenzen der Forschungsergebnisse. So ist die angestrebte Praxistauglichkeit des erweiterten Green-Business-Konzepts bisher nur innerhalb der sehr spezifischen Fallstudie im Bereich des Maschinenbaus nachgewiesen. Die Aussagekraft zum Aufbau sowie Einsatz der für die operative Umsetzung des Green-Business-Ansatzes bzw. -Frameworks notwendigen IT-Ressourcen ist somit noch stark begrenzt und nicht direkt auf andere Branchen und Szenarien übertragbar.

Darüber hinaus ist das erstellte globale Framework mit weitreichenden Auswirkungen auf die Supply Chain bisher nicht in jedweder Hinsicht evaluiert. Die beschriebenen Ergebnis-

se sind grundsätzlich nur dazu geeignet, eine Basis für weitere Forschungen und erste Empfehlungen für Organisationen bzw. Unternehmen zu geben.

Weitergehende Forschungsaktivitäten lassen sich anhand der Limitationen wie folgt determinieren:

- Es bedarf weiterer praxisnaher Forschung, um eine empirisch validierte Entscheidungshilfe für IT- und Business-Entscheider erstellen zu können. Tief greifende Analysen auf Basis weiterer branchenübergreifender Fallstudien sind notwendig.
- Langfristiges Ziel sollte es sein, aufbauend auf der erzielten Empirie, ein Vorgehens- und Reifegradmodell für den umfassenden Green-Business-Ansatz zu entwickeln.
- Ferner sollte angestrebt werden, branchenabhängige Nachhaltigkeitskennzahlen unter Berücksichtigung bereits existierender unternehmensweiter Maßgrößen zu entwickeln. Diese könnten im späteren Verlauf den Zielerreichungsgrad der Sustainability-Bestrebungen eines Unternehmens bestimmen und zur nachvollziehbaren Kontrolle in spezielle Nachhaltigkeitsberichte als Ergänzung zum Geschäftsbericht für die Stake- und Shareholder einfließen. Erste Ansätze existieren hierzu zwar in der Forschungscommunity, erreichen aber noch nicht die notwendige Granularität.

### **IT-gestütztes Energiemanagement**

Die Forschungsfragen im vorliegenden Bereich waren wie folgt:

- How can we realize an appropriate shift of production and consumption in modern energy grids using information systems and technology available today?
- How big and of which kind are the potentials of IS based two-sided Load Shifting for Future Energy Networks?

Der zunehmende Anteil an fluktuierenden erneuerbaren Energien im deutschen und europäischen Stromnetz führt zusehends zu Problemen mit der Netzstabilität. Smart Grids, BHKW sowie VKW werden eingeführt, um dem steigenden Bedarf an hochpreisiger „Kontroll- bzw. Ausgleichsenergie“ zu begegnen.

Beginnend mit einer Literaturrecherche wurde das Potenzial zur Lastverschiebung unter Verwendung komplexer IT auf Produzenten- und Verbraucherseite analysiert, themenspezifische Defizite in der Literatur sowie modellorientierte Faktoren und Nebenbedingungen identifiziert und durch zwei Software-Prototypen für die Prognose und die Simulation auf Basis eines realistisch zu erwartenden Szenarios nachgewiesen. Dabei wird der wetterabhängige Betrieb von KWK-Anlagen innerhalb zentraler VKW durch die Verwendung von KNN auf Erzeugerseite prognostiziert. Auf der Seite des Energieverbrauchs werden auf Basis der KNN-Ergebnisse und angepasst an die Erzeugungssituation dynamische Stromtarife simuliert, um den Energieverbrauch von intelligenten Geräten im Haushalt abschätzen und später in einer groß angelegten Fallstudie sowie in der Praxis kontrollieren zu können.

Konkrete Verbesserungspotenziale, wie die Vermeidung von Ungleichgewichten zwischen Erzeugung und Verbrauch, können so durch gezielte Optimierung der Energieerzeugung (VKW-Steuerung), der Regel- bzw. Ausgleichsenergie (Netzoptimierung, Kontraktgestaltung), der Mess- und Datenerfassung bzw. -analyse (Mustererkennung etc.) sowie der Konsum- bzw. Verbrauchersteuerung (lastenabhängige Prämien) erzielt werden. Dem vereinfacht dargestellten Szenario unterliegt dabei ein entsprechend komplexes System.

Die Forschungsergebnisse unterliegen jedoch zahlreichen Beschränkungen.

Die auf Echtzeitinformationen ausgerichtete Prognose auf Erzeugerseite ist stark abhängig von der Qualität der sehr regional und granular vorzunehmenden Wettervorhersagen. Darüber hinaus ist die Parametrisierung des verwendeten Simulators schwierig und führt durch vorgegebene Pfade möglicherweise zu vordefinierten Resultaten.

Beiden Ansätzen (Erzeuger- und Verbraucherseite) ist gemein, dass nicht gezielt versucht wird, eine Lastkurve zu glätten. Vielmehr geht es darum, eine Lastkurve möglichst genau zu reproduzieren. Hierdurch wird nach Meinung der Autoren der Realität besser entsprochen; eine praktische Bestätigung liegt bisher jedoch nicht vor.

Außerdem sollte beachtet werden, dass die im Aufsatz vorgestellten technischen Maßnahmen lediglich einen Baustein einer zukünftigen Energiestrategie ausmachen können. Teile der bisherigen Annahmen zur technischen Ausstattung der Geräte auf Verbrauchseite könnten sich als Fehlinterpretation heraus stellen. Tatsächliches Verhalten der Geräte und reale vertragliche Modalitäten zu angestrebten Prämienmodellen sind bisher unbekannt.

Von ebenso hoher Bedeutung sind die rechtlichen Rahmenbedingungen und letztlich auch die Akzeptanz intelligenter Haushaltsgeräte in der Bevölkerung.



Mit Blick auf die genannten Grenzen und sich daraus ableitenden Forschungslücken kann somit konstatiert werden:

- Die Durchführung des geplanten Feldversuchs und eine parallel stattfindenden Faktoranalyse könnten aus empirischen Beobachtungen vieler unterschiedlicher manifester Variablen auf wenige konkrete und latente Faktoren schließen lassen, die für die Faktorauswahl sowie Parametrisierung von besonderer Bedeutung sein könnten.
- Weitere Feldversuche sollten initiiert und unter Realbedingungen zur Datensammlung und stetigen Verbesserung der Forschungsergebnisse genutzt werden. Die Prototypen sollten neben ihrer eigentlichen Aufgabe auch zur Evaluation der eigenen Ergebnisse genutzt werden.
- Vergleiche von Geräte- sowie Stromschwankungsdaten sollten mit und ohne Load Shifting unter Verwendung der Prototypen durchgeführt werden. Dies könnte zu einer Neubewertung des bisherigen Ansatzes führen.
- Zentrale semi-automatisierte Energiemanagement- und komplexe Decision-Support-Systeme sollten die bisher in weiten Teilen hierarchisch organisierten dezentralen Kommunikations- und Entscheidungssysteme ersetzen. Bisher fehlt es jedoch auch an geeigneten Standards, um die Gerätekommunikation zu vereinheitlichen.

Als **Ausblick** bleiben aus der Gesamtheit der Ergebnissen und Erfahrungen der Forschungsarbeiten folgende Empfehlungen für zukünftige Forschungsaktivitäten:

Der Fokus zukünftiger Forschungen sollte sowohl auf den zunehmenden Einfluss von IT auf nahezu sämtliche organisatorischen Aktivitäten sowie die hohe wirtschaftliche Bedeutung und seine „Trigger-Funktion“ gelegt werden. Insbesondere in den Forschungssegmenten der IT-Wirtschaftlichkeit, IT-Unterstützung sowie dem IT-Wertbeitrag ist eine vertiefende Diskussion und detaillierte Auseinandersetzung in und mit der wissenschaftlichen Community anzustreben. Dabei ist auch die Diskrepanz zwischen forschungsmethodisch stringent ermittelten Ergebnissen und einer praktischen Relevanz bzw. Anwendbarkeit zu diskutieren. Dies erfolgt allzu oft unzureichend.

Dies gilt auch für die Bereiche der Artefaktbildung und prognostischen Analyseverfahren (hier: IT-gestütztes Energiemanagement). Als Beispiel ist gerade im Bereich der nachhalti-

gen Energieerzeugung und des lastgesteuerten Energiemanagements noch viel Forschungsbedarf bzw. -potenzial mit wesentlichen Auswirkungen auf die Praxis zu erwarten.

Ein Transfer der wissenschaftlichen Artefakte in die Praxis betreffend ihrer Eignung für die Unterstützung und Lösung organisatorischer und vielleicht auch umweltspezifischer Problemsituationen ist zugleich zentrales Ziel und Erfolgsgarant für die moderne Wirtschaftsinformatik im Sinne eines „*proof of product*“, auch im Hinblick auf die innovative Gestaltung und Realisierung sowie Rolle der IT als „*Enabler*“.

*„Nihil tam difficile est, quin quaerendo investigari possit.“*

-

*„Nichts ist so schwierig, dass es nicht erforscht werden könnte.“*

Terenz

## Literaturverzeichnis

- Ahlemann, F. (2004):** Comparative market analysis of project management systems, 2. Aufl. Universität Osnabrück, Osnabrück. As cited by: Schelle, H., et al (2005) Projektmanager, 2. Aufl. GPM, Nürnberg, S. 311.
- A. T. Kearney (2008).** Sustainability - From Green IT to GB. Green IT study, Berlin.
- Albadi, M. H., El-Saadany, E. F. (2007):** Demand response in electricity markets: An Overview. In: Proceedings of the Power Engineering Society General Meeting, IEEE, Tampa, doi: 10.1109/PES.2007.385728.
- Allen, D., Kern, T., Havenhand, M. (2002):** ERP Critical success factors: an exploration of the contextual factors in public sector institutions. In: Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Science. Hawaii, USA, Jan. 2002, HICSS '02.
- Alt, R., Auth, G. (2010):** Campus-Management-System. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 52(3), S. 185 - 188.
- Appelrath, H.-J., Chamoni, P. (2007):** Veränderungen in der Energiewirtschaft - Herausforderungen für die IT. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 49(5), S. 329 - 330.
- Applegate, L. (1999):** Rigor and Relevance in MIS Research. In: MIS Quarterly 1999 (23(1)), pp. 1 - 2.
- Atteslander, P. (2003):** Methoden der empirischen Sozialforschung, Berlin.
- Babin, R., Nicholson, B. (2009):** How green is my outsourcer - environmental responsibility in global IT outsourcing. In Proceedings of the ICIS 2009, pp. 1 - 10.
- Backhaus, K., Erichson, E., Plinke, W., Weiber, R. (2006):** Multivariate Analysemethoden, 4. überarb. und erweiterte Auflage, Köln.
- Bartels, P., Breitner, M.-H. (2007):** Real-time market valuations of options based on web mining and neurosimulation. In: Osterle, H., Schelp, J., Winter, R. (editors): Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS) 2007, St. Gallen, pp. 466 - 479.
- Bass, H.-H. (1999):** J. A. Schumpeter - Gedanken für das 21. Jahrhundert. In: Das Wirtschaftsstudium (WISU), (4) 1999, S. 486 - 492.
- Becker, J. (2008):** Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Springer Verlag, Berlin.

- Becker, J. (2010):** Prozess der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, Österle, H., Winter, R., Brenner, W. (Hrsg.), St. Gallen 2010.
- Becker, J., Algermissen, L., Falk, T. (2007):** Prozessorientierte Verwaltungsmodernisierung : Prozessmanagement im Zeitalter von E-Government und New Public Management, Berlin.
- Becker, J., Ehlers, L., Schütte, R. (1998):** Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In: Tagungsband zur Statustagung des BMBF Softwaretechnologie, Bonn, 63-93.
- Becker, J., Holten, R., Knackstedt, R., Niehaves, B. (2003):** Forschungsmethodische Positionierung in der Wirtschaftsinformatik - epistemologische, ontologische und linguistische Leitfragen -. In: Frank, U. 2004 (Hrsg): Wissenschaftstheorie in Ökonomik und Wirtschaftsinformatik. Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 335 - 366.
- Becker, J., Krcmar, H., Niehaves, B. (2009):** Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik. Physica-Verlag Heidelberg, 2009.
- Becker, J., Rosemann, M., Schütte, R. (1995):** Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 37(5), S. 435 - 445.
- Becker, J., Rosemann, M., v. Uthmann, C. (2000):** Guidelines of Business Process Modeling. In: van der Aalst, W., Desel, J., Oberweis, A. (Hrsg.): Business Process Management: Models, Techniques and Empirical Studies. Berlin, S. 30 - 49.
- Bensberg, F. (2009):** TCO-Analyse von Campus-Management-Systemen - Methodischer Bezugsrahmen und Softwareunterstützung. In: Hansen HR, Karagiannis D, Fill HG(Hrsg) Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen. 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, Bd 9. OCG,Wien, S. 493 - 502.
- Benz, S. (2008):** Energieeffizienz durch intelligente Stromzähler - Rechtliche Rahmenbedingungen. In: Zeitschrift für Umweltrecht, 16(10), S. 457 - 463.
- Berghoff, S., Federkeil, G., Giebisch, P., Hachmeister, C.-D., Hennings, M. Roessler, I., Ziegele, F. (2009):** Das CHE-ForschungsRanking deutscher Universitäten 2009. CHE Arbeitspapier 130. Gütersloh. Im Internet: [http://www.chе.de/downloads/CHE\\_AP130\\_Forschungsranking\\_2009.pdf](http://www.chे.de/downloads/CHE_AP130_Forschungsranking_2009.pdf). Zugriff: 23.08.2010.
- Bergmann, K. (1998):** Angewandtes Kundenbindungsmanagement. Band 2, Frankfurt/Main.
- Betge, P. (2000):** Investitionsplanung: Methoden, Modelle und Anwendungen. 4., überarbeitete Auflage, Vahlen, München.

- Betz, S., Poor, H. V. (2006):** Energy Efficiency in Multi-hop CDMA Networks: A Game Theoretic Analysis.
- BHO (2010|1969):** § 7 der Bundeshaushaltsordnung. Zuletzt geändert durch Art. 10 G v. 9.12.2010 I 1885.
- Bielezke, S., Beise, A. (2009):** Ganzheitlichkeit von Campus-Management-Systemen als Akkreditierungsvorteil. Im Internet: [http://www.ecampus24.eu/campus\\_management\\_system.pdf](http://www.ecampus24.eu/campus_management_system.pdf). Zugriff: 23.08.2010.
- Biethahn, J., Muksch, H., Ruf, W. (2004):** Ganzheitliches Informationsmanagement. Band I: Grundlagen. 6. Auflage, Oldenbourg, München.
- Bilecki, S. (2009):** Verbrauchsseitige Barrieren von E-Energy in privaten Haushalten. GRIN Verlag, München
- BITKOM (2008):** Energieeffizienz im Rechenzentrum - Ein Leitfaden zur Planung, zur Modernisierung und zum Betrieb von Rechenzentren, Berlin.
- Block, C., Collins, J., Ketter, W., Weinhardt, C. (2009):** A Multi-Agent Energy Trading Competition. Technical Report ERS-2009-054-LIS, RSM Erasmus University, Rotterdam, The Netherlands.
- Blohm, H., Lüder, K. (2006):** Investition: Schwachstellenanalyse des Investitionsbereichs und Investitionsrechnung. 9., aktualisierte und ergänzte Auflage, Vahlen, München.
- BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung (2008):** Asien zeigt starkes Interesse an Bologna-Reform. Im Internet: [http://www.bmbf.de/\\_media/press/pm\\_20080506-080.pdf](http://www.bmbf.de/_media/press/pm_20080506-080.pdf). Zugriff: 22.09.2009.
- BMWi (2011):** Energiedaten - Nationale und Internationale Entwicklung. Im Internet: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/energie-daten-gesamt,property=blob,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.xls> Zugriff: 28.02.2011.
- Bode, S., Groscurth, H. M. (2011):** Die Auswirkung der Photovoltaik auf den deutschen Strommarkt. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft. doi: 10.1007/s12398-010-0041-x.
- Böhm, B., Held, W., Tröger, B. (2007):** Integriertes Informationsmanagement einer großen Universität. In: Degkwitz A, Schirmbacher P (Hrsg) Informationsstrukturen im Wandel. Informationsmanagement an deutschen Universitäten. Bock & Herchen, Bad Honnef.
- Bortz, J., Döring, N. (2005):** Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, 3., überarb. Aufl., Heidelberg 2005.

- Brandt, P. (2007):** IT in der Energiewirtschaft. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 49(5), S. 380 - 385.
- Braun, R., Esswein, W. (2006):** Eine Methode zur Konzeption von Forschungsdesigns in der konzeptuellen Modellierungsforschung. In J. Schelp, R. Winter, U. Frank, B. Rieger, and K. Turowski, editors, Data Warehousing, volume 90 of LNI, pages 143-172. GI, 2006.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., Marcus, A. J. (2009):** Fundamentals of corporate finance. 6th edition, McGraw-Hill, Boston.
- Breitner, M. H., Klages, M., Sprenger, J. (2008):** Wirtschaftlichkeitsanalyse ausgewählter Campus Management Systeme im Auftrag der TU9, Institut für Wirtschaftsinformatik, Leibniz Universität Hannover.
- Breitner, M.-H., Köller, F., König, S., von Mettenheim, H.-J. (2007):** Intelligent decision support systems and neurosimulators: A promising alliance for financial services providers. In: H. Österle, J. Schelp, and R. Winter, editors, Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS) 2007, St. Gallen, pp. 478 - 489.
- Brigham, E. F., Houston, J. F. (2007):** Fundamentals of Financial Management. South Western Education Publishing, Mason.
- Brosius, H.-B., Koschel, F. (2001):** Methoden der empirischen Kommunikationsforschung. Eine Einführung. Wiesbaden.
- Brugger, R. (2005):** Der IT Business Case: Kosten erfassen und analysieren - Nutzen erkennen und quantifizieren - Wirtschaftlichkeit nachweisen und realisieren. Springer, Heidelberg.
- Brune, H., Jablonski, M., Möhle, V., Spitta, T., Teßmer, M. (2009):** Ein Campus-Management-System als evolutionäre Entwicklung. In: Hansen, H., R., Karagiannis, D., Fill, H.-G. (Hrsg) Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen. 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, Bd 2. OCG, Wien, S. 483 - 492.
- Brynjolfsson, E. (1993):** The productivity paradox of information technology. Communications of the ACM 36 (12): pp. 66 - 77.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. (2003):** Computing Productivity: Firm-level Evidence, Review of Economics and Statistics, MIT Sloan Working Paper 4210-01, 139.
- Brynjolfsson, E., Saunders, A. (2010):** Wired for Innovation: How Information Technology is Reshaping the Economy. MIT Press.
- Buhl, H. U. (2009):** 50 Jahre Zeitschrift WIRTSCHAFTSINFORMATIK: Auf zu neuen Ufern... In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 51(1), S. 1 - 6.

- Buhl, H. U., Mertens, P., Schumann, M., Urbach, N., Smolnik, S., Riempp, G. (2010):** Leserbrief: Stellungnahme zum Beitrag von Urbach et al. aus Heft 4/2009. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 52(2), S. 109 - 114.
- Bullinger, H.-J. (2000):** Zukunft der Arbeit - Leben und Arbeiten in einer vernetzten, mobilen Welt. Im Internet: [http://www.competence-site.de/strategmanagement.nsf/0BE3C4C56537A37EC1256DB800519312/\\$File/zukunft\\_der\\_arbeit.pdf](http://www.competence-site.de/strategmanagement.nsf/0BE3C4C56537A37EC1256DB800519312/$File/zukunft_der_arbeit.pdf) Zugriff: 06.06.2007.
- Burns, D. (2007):** Systemic Action Research - A strategy for whole system change, Bristol.
- Caron, S., Kesidis, G. (2010):** Incentive-based energy consumption scheduling algorithms for the smart grid. Technical report, Department of Computer Science and Engineering, Pennsylvania State University.
- Carr, N.-G. (2003):** IT Doesn't Matter. In: Harvard Business Review: Ausgabe 2003. Harvard Business School Publishing, Boston, 81(5), S. 41 - 49.
- Carter, C., Rogers, D. S. (2008):** A framework of sustainable supply chain management moving toward new theory. In: International Journal of Physical Distribution 38, 5 (2008), 360 - 387.
- CHE Centrum für Hochschulentwicklung GmbH (2008):** Das CHE-ForschungsRanking deutscher Universitäten 2007. Im Internet: [http://www.che.de/downloads/CHE\\_ForschungsRanking\\_2007\\_AP\\_102.pdf](http://www.che.de/downloads/CHE_ForschungsRanking_2007_AP_102.pdf). Zugriff: 20.09.2009.
- Chen, A. J., Watson, R. T., Bourdreau, M.-C., Karahanna, E. (2009):** Organizational Adoption of Green IS & IT: An Institutional Perspective. In: Proceedings of the 30th International Conference on Information Systems, Phoenix, AZ.
- Chen, A.-J., Watson, R.-T., Bourdreau, M.-C., Karahanna, E. (2009).** Organizational Adoption of Green IS & IT: An Institutional Perspective. In Proceedings of the ICIS 2009, pp. 1 - 17.
- CMP-WEKA (2010):** IT-Optimization. The future is Green. Business Innovation. Im Internet: <http://muc.networkcomputing.de/partnerzone/index.php>. Zugriff: 11.08.2010.
- Cooper, D. R., Schindler, P. S. (2008):** Business Research Methods. McGraw-Hill, Berkshire.
- Cooper, H. M. (1998):** Synthesizing research - A Guide for Literature Reviews. SAGE Publications, Thousand Oaks.
- Crosier D, Purser L, Smidt H (2007):** Trends V: Universities shaping the European highereducation area. An EUA report. Im Internet:

[http://www.eua.be/fileadmin/user\\_upload/files/Publications/EUA\\_Trends\\_V\\_for\\_web.pdf](http://www.eua.be/fileadmin/user_upload/files/Publications/EUA_Trends_V_for_web.pdf). Zugriff: 20.10.2009.

**Deconinck, G. (2010):** Metering, Intelligent Enough for Smart Grids? In Z. Lukszo, G. Deconinck, and M. P. C. Weijnen, editors, *Securing Electricity Supply in the Cyber Age*, volume 15 of *Topics in Safety, Risk, Reliability and Quality*, pages 143-157. Springer Netherlands.

**Degenhardt, L., Gilch, H., Stender, B., Wannemacher, K. (2009):** Campus-Management-Systeme erfolgreich einführen. In: Hansen HR, Karagiannis D, Fill HG (Hrsg) *Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen*. 9. Internationale Tagung WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Bd 2. OCG, Wien, S. 463 - 472.

**DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft (2009):** Förder-Ranking 2009 Institute - Regionen - Netzwerke. Wileyvch, Weinheim 2009.

**Dibbern, J., Goles, T., Hirschheim, R., Jayatilaka, B.(2004):** Information systems outsourcing: a survey and analysis of the literature. In: *The DATA BASE for Advances in Information Systems*, 35(4), pp. 6 - 102.

**Directorate-General for Energy and Transport (2008):** EU Energy Security and Solidarity Action Plan: 2nd Strategic Energy Review.

**Dobbins, R., Witt, S.-F. (1988):** *Practical Financial Management*. Blackwell, New York. Verwendet nach: Jonen, A., Lingnau, V., Müller, J., Müller, P. (2004): *Balanced IT-Decision-Card*. Ein Instrument für das Investitionscontrolling von IT-Projekten. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* Heft 46(3), S. 196 - 203.

**Dobler, D. W., Burt, D. N. (1996):** *Purchasing and Supply management*. 6th edition, McGraw-Hill, New York, NY.

**Dohmen, D., Günzel, J. (2007):** Deutschlands Bildungssystem im internationalen Vergleich vor dem Hintergrund der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. *Studien zum deutschen Innovationssystem 5-2007*. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF):6.

**Dölle, W. (1993):** ZP-Stichwort: Nutzwertanalyse. In: *Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung* 4(2), S. 191 - 194.

**Dötsch, C., Kanngießer, A., Wolf, D. (2009):** Speicherung elektrischer Energie-Technologien zur Netzintegration erneuerbarer Energien. *UmweltWirtschaftsForum* 17(4), S. 351 - 360.

**Dötsch, C., Kanngießer, A., Wolf., D. (2009):** Speicherung elektrischer Energie-Technologien zur Netzintegration erneuerbarer Energien. *UmweltWirtschaftsForum* 17(4), S. 351 - 360.



- Downes, L., Mui, C. (2000):** Unleashing the Killer App - digital strategies for market dominance. In: Harvard Business School Publishing, Boston.
- Ebeling, B., Beinlich, B. (2009):** Drittmittelverwaltung an deutschen Hochschulen: Analyse, Konzept, Entwicklung und Konzeption eines Prototypen. Diplomarbeit, Institut für Wirtschaftsinformatik, Leibniz Universität Hannover. Betreuung: Klages, M., Breitner, M. H.
- Ederleh, J. (2003):** Hochschulfinanzierung und Hochschulcontrolling mit Kennzahlen. In: Horst, A., Mertens, P. (Hrsg) Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Ergänzungsheft (3) XIV, Themenheft Hochschulmanagement.
- Eisenhardt, K. M. (1989):** Building Theories from Case Study research. In The Academy of Management review, Vol. 14, No. 4, pp. 532 - 550.
- Elkington, J. (2004):** Enter the triple bottom line. In: Henriques A, Richardson J (Eds.), "The Triple Bottom Line: Does It All Add up?." Earthscan 2004, London.
- Elkington, J. (1997):** Cannibals with Forks - The Triple Bottom Line of the 21st Century. Capstone Publishing, Oxford 1997.
- Elliot, S., Binney, D (2008).** Environmentally Sustainable ICT: Developing Corporate Capabilities and an Industry Relevant IS Research Agenda. In: Proceedings of PACIS 2008, Suzhou, China.
- Elram, L. M. (1995):** Total Cost of Ownership: An Analysis Approach for Purchasing. In: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 25(8), pp. 4 - 23.
- Elram, L.-M., Siferd, S.-P. (1989):** Total cost of ownership: a key concept in strategic cost management decisions. In: Journal of Business Logistics, 19(1), S. 55 - 84.
- End, W., Gotthardt, H., Winkelmann, R. (1990):** Softwareentwicklung. 7., wesentlich überarbeitete Auflage, Publicis Corporate Publishing, Berlin.
- Erek, K., Schmidt, N.-H., Zarnekow, R., Kolbe, L. M. (2010):** Green IT im Rahmen eines nachhaltigen Informationsmanagements. In: Green Computing & Sustainability, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 274, S. 18 - 27.
- Eßer, A., Franke, M., Kamper, A., Möst, D. (2007):** Future power markets - impacts of consumer response and dynamic retail prices on electricity markets. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 49(5), pp. 335 - 341.
- Experton Group (2009):** Green IT. Status Quo and Trends in Germany - 2008/2009. Management Summary, an analysis of the Experton Group, January 2009, pp. 1 - 69.

- Fachkommission Wirtschaftsinformatik (2007):** Rahmenempfehlung für die Universitätsausbildung in Wirtschaftsinformatik. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 49(4), S. 318 - 325.
- Fahey, L., Narayanan, V. (1986):** Macroenvironmental analysis for strategic management. West Publishing, St. Paul, Minnesota.
- Fechner, H. (2009):** Photovoltaik - eine globale Wachstumstechnologie. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik 126(9). doi: 10.1007/s00502-009-0663-z.
- Ferstl, O. K., Sinz, E. J. (2006):** Grundlagen der Wirtschaftsinformatik, 5., überarb. u. erw. A., München 2006.
- Fettke, P. (2006):** State-of-the-Art des State-of-the-Art - eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 48(4), S. 257 - 266.
- Fettke, P., Loos, P. (2004):** Referenzmodellierungsforschung. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 46(5), S. 331 - 340.
- Fluhr, J., Ahlert, K. H., Weinhardt, C. (2010):** A stochastic model for simulating the availability of electric vehicles for services to the power grid. In: Proc 43rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Honolulu, doi: 10.1109/HICSS.2010.33
- Frank, U. (2006):** Towards a Pluralistic Conception of Research Methods in Information Systems Research. In ICB Research Report, No. 7, Universität Duisburg-Essen.
- Frank, U. (2007):** Towards a Pluralistic Conception of Research Methods in Information Systems Research. ICB Research Report, Nr. 7. Universität Duisburg-Essen.
- Frank, U., Klein, S., Krcmar, H., Teubner, A. (1998):** Aktionsforschung in der WI - Einsatzpotenziale und Einsatzprobleme. In: Proceedings der Tagung Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie, Essen.
- Freundlieb, M., Teuteberg, F. (2010):** Status Quo der internetbasierten Nachhaltigkeitsberichterstattung - Eine länderübergreifende Analyse der Nachhaltigkeitsberichte börsennotierter Unternehmen. Tagungsband MKWI 2010, Universitätsverlag Göttingen, Göttingen.
- Frey, H. (2009):** Lastmanagement mit intelligenten Tarifen. In: Elektrotechnik und Informationstechnik, Heft 126(10), S. 358 - 364.
- Frey, H. (2009):** Lastmanagement mit intelligenten Tarifen. Elektrotechnik und Informationstechnik, 126(10):358-364, October.

- Funk, B., Niemeyer, P. (2010):** Abbildung von Umweltwirkungen in betrieblichen Informationssystemen. In: Green Computing & Sustainability, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 274, S. 37 - 46.
- Fürsen, C. (2005):** Drittmitteleinwerbung und Problematik im Spiegel des Strafrechts - unter Berücksichtigung der Problematik industrienähe kooperierender Hochschulmedizin. In: Schriftenreihe: Strafrecht in Forschung und Praxis: Dissertationsschrift, Hamburg.
- Gabler Wirtschaftslexikon (2001):** Workflow. In: A - Z ; die ganze Welt der Wirtschaft: Betriebswirtschaft, Volkswirtschaft, Recht, Steuern. 15., überarb. Ausgabe (CD-ROM), Wiesbaden 2001.
- Gadatsch, A., Knuppertz, Th., Schnägelberger, S. (2004):** Geschäftsprozessmanagement - Eine Umfrage zur aktuellen Situation in Deutschland. In: Schriftenreihe des FB Wirtschaft der FH Bonn, Band 9, St. Augustin.
- Gaitanides, M. (2006):** Prozessorganisation. 2., überarbeitete Auflage, München 2006.
- Gartner (2011):** Gartner Says Worldwide IT Spending to Grow 5.1 Percent in 2011, Press release 2011. Im Internet:  
<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1513614> Zugriff: 13.03.2011.
- Gellings, C. W., Chamberlin, J. H. (1988):** Demand-side management: Concepts and methods. The Fairmont Press, Georgia.
- Gericke, A., Winter, R. (2009):** Entwicklung eines Bezugsrahmens für Konstruktionsforschung und Artefaktkonstruktion in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik. Physica-Verlag HD, S. 195-210.
- Gerken, W. (1988):** Systemanalyse: Entwurf und Auswahl von DV-Anwendungssystemen. Addison Wesley, Bonn.
- Giebisch, P. (2007):** Hochschulfundraising in Deutschland 2004-2006. Gütersloh. (Abruf 23.08.10)  
[http://www.che.de/downloads/CHE\\_Fundraising\\_2007.pdf](http://www.che.de/downloads/CHE_Fundraising_2007.pdf).
- Gläser, J., Laudel, G. (2004):** Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen, Wiesbaden 2004, S. 63 - 65.
- Goeken, M., Heck, R., Klein, H (2008):** Mit dem Service Value Lifecycle zur wertorientierten Serviceorganisation. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik, number 264, pp. 19 - 28.
- Götze, U., Bloech, J. (2008):** Investitionsrechnung - Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben. 6. Auflage, Springer, Berlin.

- Götze, U., Weber, T. (2008):** ZP-Stichwort: Total Cost of Ownership. Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung 19, S. 249 - 257.
- Goutard, E. (2010):** Renewable energy resources in energy management systems. In: Proc Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT Europe), IEEE, Gothenburg, doi: 10.1109/ISGTEUROPE.2010.5639003.
- Greiner, Dr. W. (2009):** Energy saving demand is driven by the Green IT market. Im Internet: <http://www.lanline.de/articles/energiesparwunsch.html>, Zugriff: 20.12.2010.
- Griesberger, P., Brummer, A., Lichtenegger, W. (2011):** Vergleich von Campus Management Systemen im Bereich Studium und Lehre. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Proceedings 2011. Paper 84.
- Grob, H. L. (2006):** Einführung in die Investitionsrechnung: eine Fallstudiengeschichte. 5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Vahlen, München.
- Grochla, E. (1974):** Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Stuttgart.
- Gronau, N., Gäbler, A. (2006):** Grundlagen der Wirtschaftsinformatik II. Im Internet: [http://wi.uni-potsdam.de/hp.nsf/0/fc052afcc7538082c12571770055e350/\\$FILE/2.%20Gesch%C3%A4ftsprozessmanagement.pdf](http://wi.uni-potsdam.de/hp.nsf/0/fc052afcc7538082c12571770055e350/$FILE/2.%20Gesch%C3%A4ftsprozessmanagement.pdf) Zugriff: 08.06.2007.
- Groschke, M., Eßer, A., Möst, D., Fichtner, W. (2009):** Neue Anforderungen an optimierende Energiesystemmodelle für die Kraftwerkseinsatz- und Zubauplanung bei begrenzten Netzkapazitäten. Zeitschrift für Energiewirtschaft 33(1):14-22. doi: 10.1007/s12398-009-0002-4.
- Grossnickle, J., Raskin, R. (2001):** The Handbook of Online Marketing Research: Knowing Your Customer Using the Net, New York.
- Grütter, R., Geyer, G., Schmid, B. (1998):** Konzeption einer ELIAS-Applikationsarchitektur für das klinische Studiendatenbanksystem der L.A.B. Neu-Ulm. In WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 40(4), S. 291 - 300.
- Haertsch, P. (2000):** Wettbewerbsstrategien für Electronic Commerce. In: Electronic Commerce. Szyperski, N., Schmid, B., Scheer, A.-W. et al. (Hrsg.), S. 1 - 39.
- Hammer, M., Champy, J. (2002):** Business Reengineering - Die Radikalkur für das Unternehmen, München 2002.
- Hartge, S., Fischer, F. (2004):** Power plant capabilities of wind turbines regarding short-circuit behaviour, bottleneck management, reactive power supply and voltage control. Elektrotechnik und Informationstechnik, 121(4), pp. 121 - 127.

- Hasenkamp, U., Stahlknecht, P. (2009):** Das Fach Wirtschaftsinformatik im Spiegel seiner Zeitschrift. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 51(1), S. 18 - 29.
- Hauttekeete, L., Stragier, J., Haerick, W., De Marez, L. (2010):** Smart, smarter, smartest... the consumer meets the smart electrical grid. In: Proc 9th Conference on Telecommunications Internet and Media Techno Economics (CTTE), Ghent, doi: 10.1109/CTTE.2010.5557717.
- Haykin, S. (2009):** Neural Networks and Learning Machines. Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey, 3rd edition.
- Heinrich, L. J. (2006):** Wirtschaftsinformatik als Schlüssel zum Unternehmenserfolg, chapter Forschungsmethodik der Wirtschaftsinformatik - Fortschrittskonzept und Fortschrittsmessung. DeutscherUniversitätsverlag, Wiesbaden, S. 3 - 17.
- Heinrich, L. J. (2007):** Wirtschaftsinformatik, 3. Auflage, München.
- Heinrich, L. J., Lehner, F. (2005):** Informationsmanagement. Wirtschaftsinformatik - Planung, Überwachung und Steuerung der Informationsinfrastruktur, 8., vollst. Überarb. Aufl., München 2005.
- Heinze, T. (2001):** Qualitative Sozialforschung, Einführung, Methodologie und Forschungspraxis. München.
- Hellfeier, M., Scholz, B. (2009):** Drittmiteleinwerbung vom deutschen Hochschulverband. In: Karriere und Berufung: Drittmiteleinwerbung ((1)2009), S. 1 - 22.
- Hervani, A. A., Helms, M. M., Sarkis, J. (2005):** Performance measurement for green supply chain management. In: Benchmarking: An International Journal 12, 4 (2005), pp. 330 - 353.
- Hess, T. (2010):** Erkenntnisgegenstand der (gestaltungsorientierten) Wirtschaftsinformatik. In: Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik, Österle, H., Becker, J., Frank, U., Hess, T., Karagiannis, D., Krcmar, H., Loos, P., Mertens, P., Oberweis, A., Elmar, J. S. St. (Hrsg.), St. Gallen.
- Hevner, A., March, S., Park, J. and Ram, S. (2004):** Design Science in Information Systems Research", MIS Quarterly 2004 Vol. (28(1)), pp. 75 - 105.
- Hopfenbeck, W. (2002):** Allgemeine Betriebswirtschafts- und Managementlehre: das Unternehmen im Spannungsfeld zwischen ökonomischen, sozialen und ökologischen Interessen. 14. Auflage, Moderne Industrie, München.
- Hornbostel, S. (2001):** Die Hocschulen auf dem Weg in die Audit Society. Über Forschung. Drittmittel, Wettbewerb und Transparenz. In: Stölting, E.,

- Schimanek, U. (Hrsg.): Die Krise der Universitäten. Leviathan Sonderheft ((20)2001), Wiesbaden.
- HRK Hochschulrektorenkonferenz (2010):** Hochschulkompass. Im Internet: <http://www.hochschulkompass.de>. Zugriff: 23.08.2010.
- Huberman, A. M., Miles, M.B. (1994):** Qualitative data analysis. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.
- IBM (2010):** The „green“ data center“ IT-Optimization. Im Internet: <http://www-935.ibm.com/services/de/cio/pdf/cio-it-optierung-greenit.pdf>. Zugriff: 27.05.2010.
- Janetzke, P. (2001):** Flexibles und regelbasiertes Workflow-Management an Universitäten. Kovac, Hamburg.
- Janneck, M., Adelberger, C., Fiammingo, S., Luka, R. (2009):** Von Eisbergen und Supertankern: Topologie eines Campus- Management-Einführungsprozesses. In: Hansen, H. R., Karagiannis, D., Fill, H.-G. (Hrsg) Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen. 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, Bd 2. OCG, Wien, S. 453 - 462.
- Jenny, B. (2001):** Projektmanagement in der Wirtschaftsinformatik. vdf Hochschulverlag AG.
- Jetter, M. (2008):** Klimaschutz und Ressourceneffizienz. Berlin: Bitkom.
- Johnson, R., Onwuegbuzie, A. , Turner, L. (2007):** Toward a definition of mixed methods research. Journal of Mixed Methods Research, 1(2), p. 112.
- Jung, R., Myrach, T. (2008):** Quo vadis Wirtschaftsinformatik? Wiesbaden.
- Kamper, A., Eßer, A. (2009):** Strategies for Decentralised Balancing Power. In Biologically-Inspired Optimisation Methods. In: volume 210 of Studies in Computational Intelligence, pp. 261 - 289. Heidelberg.
- Kaplan, B., Duchon, D. (1988):** Combining qualitative and quantitative methods in information systems research: a case study. In: MIS Quarterly, pp. 571 - 586.
- Karagiannis, D. (2010):** Welche Rolle kann bzw. soll die IT bei der Umsetzung und Unterstützung gestaltungsorientierter WI-Forschung spielen? In: Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, Österle, H., Winter, R., Brenner, W. (Hrsg.), St. Gallen 2010.
- Kargl, H. (1990):** Fachentwurf für DV-Anwendungssysteme. 2., ergänzte Auflage, Oldenbourg, München.
- Keen, P. (1991):** Shaping the future. Business redesign through information technology. Harvard Business School Press, Harvard.

- Kemmis, S., McTaggart, R. (2005):** Participatory action research: Communicative action and the public sphere. In: N. Denzin and Y. Lincoln (Eds.), Hand-book of qualitative research, 3rd ed., pp. 559 - 603.
- Klobasa, M., Ragwitz, M. (2006):** Demand response - a new option for wind integration? In: Proceed-ings of the European Wind Energy Conference (EWEC) 2006, Athens.
- Kloock, J., Sieben, G., Schildbach, T., Homburg, C. (2008):** Kosten- und Leistungsrechnung, 10. Aufl. Lucius & Lucius, Stuttgart.
- Klug, H. (2009):** Erfolgsfaktoren bei der Umstellung von Informationssystemen an Hochschulen. In: Hansen, H. R., Karagiannis, D., Fill, H. G. (Hrsg.): Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen. 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2009: Wien, Österreich), Band 2. OCG, Wien, S. 473 - 482.
- Koll, S. (2009).** Manufacturers with a green focus preferred. Resources as a differentiator. ImInternet: <http://microsite.de/article.html?141107.html>. Zugriff: 23.11.2010.
- Konsortium Bildungsberichterstattung (2006):** Bildung in Deutschland. Bertelsmann, Bielefeld.
- Kotabe, M. und Helsen, K. (2003):** Global Marketing Management. 3. Auflage, Wiley, Hoboken, NJ.
- Kranz, J., Gallenkamp, J., Picot, A. (2010):** Power control to the people? Private consumers' acceptance of smart meters. In: Proc 18th European Conference on Information Systems (ECIS), Pretoria
- Krcmar, H. (2005):** Informationsmanagement, 4. Aufl., Berlin 2005.
- Krücken, G. (2001):** Wissenschaft im Wandel? Gegenwart und Zukunft der Forschung in Deutschland. Leviathan Sonderheft ((20)2001), In: Stölting, E., Schimanek, U. (Hrsg.): Die Krise der Universitäten. Leviathan Sonderheft ((20)2001), Wiesbaden.
- Kruschwitz, L. (2003):** Investitionsrechnung, 9. Auflage, Oldenbourg, München.
- Lamnek, S. (2005):** Qualitative Sozialforschung, 4., vollst. überarb. Aufl., Weinheim 2005.
- Lange, C. (2006):** Entwicklung und Stand der Disziplinen Wirtschaftsinformatik und Informations Systems. In: ICB Research Report Nr. 4, Universität Duisburg-Essen.
- Lee J, Jung DK, Kim Y, Lee YW, Kim YM (2010):** Smart grid solutions, services, and business models focused on telco. In: Proc Network Operations and

Management Symposium Work-shops (NOMS Wksps), doi:  
10.1109/NOMSW.2010.5486554.

**Lehner, F., Lelewski, S. (2007):** Wissenschaftstheoretische Fundierung und wissenschaftliche Orientierung der Wirtschaftsinformatik, Berlin.

**LeRouge, C. and Lisetti, C. (2005).** Triangulating Design Science. In International Journal of Healthcare Technology and Management 2005 (7(5)), pp. 348 - 363.

**Leszczensky, M., Orr, D. (2004):** Staatliche Hochschulfinanzierung durch indikatorgestützte Mittelverteilung - Dokumentation und Analyse der Verfahren in 11 Bundesländern. HIS, Hannover.

**Lowry, P. B., Romans, D., Curtis, A. (2004):** Global Journal Prestige and Supporting Disciplines: A Scientometric Study of Information Systems Journals. In: Journal of the AIS 5(2), pp. 29 - 77.

**Makower, J. (2009):** Strategies for the Green Economy - Opportunities and Challenges in the New World of business. McGraw-Hill, New York.

**Martens, B., Teuteberg, F. (2009):** Ein Referenz- und Reifegradmodell für integrierte Fundraising-Managementsysteme an Hochschulen. In: Hansen HR, Karagiannis D, Fill H-G (Hrsg) Tagungsband der 9. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik: Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen, Wien.

**Maxwell, D., van der Vorst, R. (2003):** Developing sustainable products and services. In: Journal of Cleaner Production 11, 8 (2003), pp. 883 - 895.

**Mayring, P. (1993):** Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken, Weinheim.

**Mayring, P. (2008):** Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Beltz, Weinheim.

**McAfee, A., Brynjolfsson, E. (2008):** Investing in the IT That Makes a Competitive Difference. In: Harvard Business Review 86 (2008), Nr. 7/8, pp. 98 - 107.

**Melville, N. P. (2010):** Information Systems Innovation for Environmental Sustainability. In: MIS Quarterly 34 (2010), 1, pp. 1 - 21.

**Mertens, P. (2005):** Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, 9. Auflage. Berlin.

**Mertens, P. (2006):** Moden und Nachhaltigkeit in der Wirtschaftsinformatik, Arbeitspapier Nr. 1/2006, Dresden.

**Mertens, P., Chamoni, P., Ehrenberg, D., Griese, J., Heinrich, L. J., Kurbel, K. (2002):** Studienführer Wirtschaftsinformatik, 3., überarb. Aufl., Braunschweig/Wiesbaden.



- Mertens, P., Griese, J. (2000):** Integrierte Informationsverarbeitung 2: Planung- und Kontrollsysteme in der Industrie, 8. Aufl., Wiesbaden.
- Meuser, M. und Nagel, U. (2005):** ExpertInneninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur Qualitativen Methodendiskussion. In: Bogner, A., Littig, B. und Menz, W. (Hrsg.). Das Experteninterview. VS Verlag, Wiesbaden, S. 71 - 95.
- Mikulaschek, M. (2007):** Kooperation und Wettbewerb: Spieltheoretische Betrachtung am Beispiel Energiemarkt. GRIN Verlag, Norderstedt.
- Milis, K., Mercken, R. (2004):** The use of the balanced scorecard for the evaluation of information and communication technology projects. In: International Journal of Project Management no. 22, pp. 87 - 97.
- Mingay, S. (2007)** Green IT: The New Industry Shock Wave. In: Gartner Research Paper, ID-Number: G00153703.
- Mishan, E. J., Quah, E. (2007):** Cost-benefit analysis. 5th edition, Routledge, London.
- Mocigemba, D. (2006):** Sustainable Computing. Poesies & Praxis. In International Journal of Tech-nology Assessment and Ethics of Science, volume 4, number 3, 1-70.
- Mohsenian-Rad, A. H., Wong, V. W. S., Jatskevich, J., Schober, R. (2010):** Optimal and autonomous incentive-based energy consumption scheduling algorithm for smart grid. In: Proc Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), IEEE, Gaithersburg, doi: 10.1109/ISGT.2010.5434752
- Moldering, A., Bakker, V., Bosman, M. G. C., Hurink, J., Smit, G. J. M. (2010):** A three-step methodology to improve domestic energy efficiency. In: Proc Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), IEEE, Gaithersburg, doi: 10.1109/ISGT.2010.5434731.
- Molla, A., Cooper, V.-A., Pittayachawan, S. (2009):** IT and Eco-Sustainability: Developing and Validating a Green IT readiness Model. In: Proceedings of the ICIS 2009, pp. 1-17.
- Möller, A., Schaltegger, S. (2005):** The sustainability balanced scorecard as a framework for eco-efficiency analysis. In: Journal of Industrial Ecology 9, 4 (2005), S. 73 - 83.
- Nagel, K. (1990):** Nutzen der Informationsverarbeitung. 2. Auflage, Oldenbourg, München.
- Nestle D, Ringelstein J, Selzam P (2009):** Integration dezentraler und erneuerbarer Energien durch variable Strompreise im liberalisierten Energiemarkt. Um-

- weltWirtschaftsForum 17(4), S. 361 - 365. doi: 10.1007/s00550-009-0151-2.
- Ney, M., Picot, A., Reichwald, R., Francke, E. (2006):** Wirtschaftlichkeit von Interaktionsplattformen - Effizienz und Effektivität an der Schnittstelle zum Kunden. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- Noth, T., Kretzschmar, M. (1986):** Aufwandsschätzung von DV-Projekten, Darstellung und Praxisvergleich der wichtigsten Verfahren. 2. Auflage, Springer, Berlin.
- O'Neill, R. P., Fisher, E. B., Hobbs, B. F., Baldick, R. (2008):** Towards a complete real-time electricity market design. In: Journal of Regulatory Economics, 34(3), pp. 220 - 250.
- Oehme, I., Weiland-Wascher, A., Behrendt, S., Erdmann, L. (2008):** Klimaschutz und Ressourceneffizienz. Umweltbundesamt.
- Orths, A. (2003):** Multikriterielle, optimale Planung von Verteilungsnetzen im liberalisierten Energiemarkt unter Verwendung von spieltheoretischen Verfahren. PhD thesis, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.
- Österle, H., Winter, R., Brenner, W. (2010):** Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, St. Gallen.
- Packard, K., Reinhardt, F.-L. (2007).** What Every Executive Needs to Know About Global Warming“. In: Harvard Business Review on GB Strategy 2007, Harvard Business School Press, pp. 21 - 39.
- Peppard, J., Ward, J. (2004):** Beyond strategic information systems: towards an IS capability. In: Journal of Strategic Information Systems, Vol. 13, No. 2, pp. 167 - 194.
- Pfeiffer, I., Glöckner, U., Sharma, M.-R., Kaiser, S. (2007):** Unternehmen Hochschule - Die Zukunft der Hochschulen im Wettbewerb. Handelsblatt, Düsseldorf.
- Pietsch, T. (2003):** Bewertung von Informations- und Kommunikationssystemen. 2. Auflage, Schmidt, Berlin.
- Pillar, F.-T. (2006):** Mass Customization - Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. 4. Auflage, Wiesbaden.
- Popper, K. R. (1989):** Logik der Forschung, 9. Auflage, Tübingen.
- Popper, K. R., Pies, I., Leschke, M. (1999):** Karl Poppers kritischer Rationalismus, Gummersbach 1999.
- Porter, M.-E. (1996):** What is Strategy? In: Harvard Business Review: Ausgabe 1996. Harvard Business School Publishing, Boston 1996, 74(6), S. 61 - 78.

- Porter, M.-E. (1999):** Wettbewerbsstrategie - Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten. 10., überarb. Aufl., Frankfurt/Main, New York.
- Prottung, S. (2008):** Auf dem Weg zur Geschäftsentwicklung mit der IT. In Keuper, F.; Schomann, M.; Grimm, R. (Eds.), Strategic IT-Management, Gabler, Wiesbaden, pp. 64 - 78.
- PSI Energy Markets GmbH (2011):** Software für Energiehandel und Energievertrieb. Im Internet: <http://www.psi-energymarkets.de/> Zugriff: 10.04.2011.
- Quadt, A. (2009):** Smart Watts - Steigerung der Selbstregelfähigkeit des Energiesystems durch die „Intelligente Kilowattstunde“ und das Internet der Energie, Aachen. In: Picot A, Neumann KH (Hrsg) E-Energy - Wandel und Chance durch das Internet der Energie. Springer, Heidelberg, S. 85 - 93.
- Riebel, P. (1992):** Einzelerlös-, Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung als Kern einer ganzheitlichen Führungsrechnung. In: MÄNNEL, W. (Hrsg.) Handbuch Kostenrechnung. Gabler, Wiesbaden, S. 247 - 299.
- Roderer, U. Güttrich, G. Hoffman-Remy, K. Hörmann, A. Huber, P. (2010):** Kompendium zur Virtualisierung. Im Internet: <http://www.searchdatacenter.de/6656/>, Zugriff: 2.11.2010.
- Rolf, A. (1998):** Grundlagen der Organisations- und Wirtschaftsinformatik, Berlin.
- Roon S, Steck M (2009):** Dezentrale Bereitstellung von Strom und Wärme mit Mikro-KWK-Anlagen. In: UmweltWirtschaftsForum, 17(4), S. 313 - 319.
- Rosemann, M., Schwegmann, A., and Delfmann, P. (2005):** Vorbereitung der Prozessmodellierung. In J. Becker, M. Ku-geler, M. Rosemann (Eds.): Prozessmanagement. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 45 - 103.
- Rosemann, M., Vessey, I. (2005):** Linking Theory and Practice: Performing a Reality Check on a Model of IS Success. In: Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems (ECIS 2005: Regensburg, Germany).
- Rosemann, M., Vessey, I. (2008):** Toward improving the relevance of information systems effectiveness. In: MIS Quarterly 19(2), pp. 1 - 22.
- Ross, J. W. and Beath, C. M. (2006):** Sustainable IT Outsourcing Success: Let Enterprise Architecture Be Your Guide. In: MIS Quarterly Executive 5, (4(2006)), pp. 181 - 192.
- Saliger, E. (2003):** Betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie. 5. Auflage, Oldenbourg, München.
- Sattler, P. (1978):** Zeitschätzung in der Projektplanung. In: Heilmann, H. (Hrsg.): 7. Jahrbuch der EDV: Planung und Kontrolle von EDV-Projekten. Forkel-Verlag, Stuttgart, S. 39 - 79.

- Schauer, C.; Schauer, H. (2009):** Die Wirtschaftsinformatik im Spannungsfeld zwischen Vielfalt und Profilbildung: Auf der Suche nach den Kernkompetenzen einer vielfältigen Disziplin, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Universität Düsseldorf 2009, S. 1521 - 1538.
- Scheer, A.-W. (1997):** Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. 7., durchges. Auflage, Springer, Berlin.
- Scheer, A.-W. (1999):** EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre, 4., neubearb. Aufl., Berlin.
- Scheer, A.-W. (2002):** ARIS - vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem. Springer, Berlin.
- Scheer, A.-W., Jost, W. (2002):** Geschäftsprozessmanagement und Wissensmanagement: Ein integrierter Lösungsansatz. In: Bellmann, M., Krcmar, H, Sommerlatte, T. (Hrsg.), Praxishandbuch Wissensmanagement, Düsseldorf 2002.
- Schmidt, N.-H., Schmehl, M., Thies, F., Kolbe, L.-M., Geldermann, J. (2010):** Ökobilanzierung in der IT. In: Green Computing & Sustainability, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 274, S. 65 - 73.
- Schryen, G. (2010):** Ökonomischer Wert von Informationssystemen. In: Wirtschaftsinformatik 52(4), S. 225 - 237.
- Schulz, C., Röder, G., Kurrat, M. (2005):** Virtual Power Plants with combined heat and power micro-units. In: Future Power Systems. Amsterdam.
- Schumpeter, J. A. (2008):** Konjunkturzyklen. Neuausgabe, Göttingen 2008.
- Schütte, R. (1998):** Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung. Gabler, München.
- Schweigler, G. (2007):** Informationsrevolution und ihre Folgen. Im Internet: [http://www.bpb.de/publikationen/0XK9GZ,2,0,Informationsrevolution\\_und\\_ihre\\_Folgen.html#art2](http://www.bpb.de/publikationen/0XK9GZ,2,0,Informationsrevolution_und_ihre_Folgen.html#art2) Zugriff: 08.08.2009.
- Seibt, D. (1987):** Die Function-Point-Methode: Vorgehensweise, Einsatzbedingungen und Anwendungserfahrungen. In: Angewandte Informatik 1/1987, S. 3-11.
- Simmons, P. (1998):** Gaining Business Value from IT Investments. In: Zelkowitz, M. V. (Ed.): Advances in computers 46, pp. 109-157.
- Sinz, E. J. (2010):** Konstruktionsforschung in der Wirtschaftsinformatik: Was sind die Erkenntnisziele gestaltungsorientierter Wirtschaftsinformatik-Forschung? In: Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer

für Rigor und Relevanz, Österle, H., Winter, R., Brenner, W. (Hrsg.), St. Gallen.

**Sneed, H. M. (2003):** Aufwandsschätzung von Software-Reengineering-Projekten. In: Wirtschaftsinformatik 45(6), S. 599-610.

**Solow, R. (1987):** We'd better watch out, New York Times Book Review, July 12, 1987, p. 36.

**Sprenger, J. (2011):** Auswahl, Wirtschaftlichkeit und Erfolg von Informationssystemen. Promotionszusammenschrift, Institut für Wirtschaftsinformatik an der Leibniz Universität Hannover.

**Sprenger, J., Klages, M., Breitner, M.-H. (2010a):** Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl, die Migration und den Betrieb eines Campus-Management-Systems. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Heft 52(4), S. 211 - 224.

**Sprenger, J., Klages, M., Breitner, M.-H. (2010b):** Cost-Benefit Analysis for the Selection, Migration, and Operation of a Campus Management System. In: BISE - Business & Information Systems Engineering 52(4), pp. 219 - 231.

**Srivastava, S. K. (2007):** Green supply-chain management - a state-of-the-art literature review. In: International Journal of Management Reviews 9, (1(2007)), pp. 53 - 80.

**Stadler, M., Krause, W., Sonnenschein, M., Vogel, U. (2009):** Modelling and evaluation of control schemes for enhancing load shift of electricity demand for cooling devices. Environmental Modelling & Software 24(2), pp. 285 - 295.

**Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2004):** Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 11., vollständig überarb. Aufl., Berlin.

**Statistisches Bundesamt (2007):** Hochschulstandort Deutschland 2007. Im Internet: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2007/Hochschulstandort/begleitmaterial,property=file.pdf>. Zugriff: 20.09.2009.

**Statistisches Bundesamt (2008):** Bildungsfinanzbericht 2008. Im Internet: <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html>.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1023160. Zugriff: 20.09.2009.

**Statistisches Bundesamt (2009):** Hochschulstandort Deutschland 2009. Im Internet: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2009/Hochschulstandort/begleitmaterial,property=file.pdf>. Zugriff: 23.08.2010.

- Swanson, E.-B. , Ramiller, N.-C. (1993):** Information systems research thematics: Submissions to a new journal, 1987-1992. *Information Systems Research*, 4(4), pp. 299 - 330.
- Szyperski, N., Mertens, P., König, W. (2009):** Ehemalige geschäftsführende Herausgeber zu den wesentlichen Entwicklungen ihrer Herausgeberzeit aus heutiger Perspektive. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* Heft 51(1), S. 10 - 17.
- Teubner, A. (2010):** IT/Business alignment. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* Heft 48(5), S. 368 - 371.
- Teuteberg, F., Gómez, J. M. (2010):** Green Computing & Sustainability - Status Quo und Herausforderungen für betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation. In: *Green Computing & Sustainability, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Heft 274, S. 6 - 17.
- Thoroe, L., Schmidt, M., Schumann, M. (2010):** Green Ubiquitous Computing. In: *Green Computing & Sustainability, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Heft 274, S. 56 - 64.
- Truex, D. (2001):** Three Issues Concerning Relevance in IS Research: Epistemology, Audience and Method. In *Communications of the AIS* 2001 (6), p. 24.
- TU9 (2008):** TU9 sind die führenden Technischen Universitäten in Deutschland. Im Internet: <http://www.tu9.de/>.
- utilicount GmbH & Co. KG (2011):** Smart Watts. <http://www.smartwatts.de>. Zugriff: 11.08.2010.
- VHB-JQ2 (2008):** VHB-Jourqual2 - Ranking von betriebswirtschaftlich relevanten Zeitschriften auf der Grundlage von Urteilen der VHB-Mitglieder. Im Internet: <http://vhbonline.org/service/vhb-jourqual/jq2/total/>, Zugriff: 31.08.2010.
- VHB-JQ2.1 (2011):** VHB-Jourqual2.1 - Ranking von betriebswirtschaftlich relevanten Zeitschriften auf der Grundlage von Urteilen der VHB-Mitglieder. Im Internet: <http://vhbonline.org/service/jourqual/vhb-jourqual-21-2011/jq21neu/>, Zugriff: 20-05-2011.
- Vom Brocke, J. (2003):** Referenzmodellierung: Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen, Berlin.
- Vom Brocke, J. und Buddendick, C. (2006):** Reusable conceptual models-requirements based on the design science research paradigm. In: Tagungsband der First International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology (Claremont, CA, 24.-25. Feb. 2006), S. 576 - 604.
- Weber, J. (1996):** Hochschulcontrolling - Das Modell WHU. Stuttgart.

- Webster, J., Watson, R. T. (2002):** Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly*, 26(2), pp. 13 - 23.
- Wehrmann, A., Zimmermann, S. (2005):** Integrierte Ex-ante-Rendite-/Risikobewertung von IT-Investitionen. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* Heft 47(4), S. 247 - 257.
- Weis, H., Steinmetz, P. (2002):** Marktforschung, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Köln 2002.
- Wetherbe, J. C., Turban, E., Leidner, D. E., McLean, E. R. (2007):** Information Technology for Management: Transforming Organizations in the Digital Economy (6th ed.). New York.
- WiBe 4.0 (2004):** Empfehlungen zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in der Bundesverwaltung, insbesondere beim Einsatz der IT. Bundesministerium des Inneren KBSt, Berlin.
- Wieczorrek, H., W., Mertens, P. (2011):** Management von IT-Projekten. 4. Auflage, Springer, Berlin.
- Wild, M., Herges, S. (2000):** Total Cost of Ownership (TCO) - Ein Überblick. Arbeitspapiere WI 2000-1, Universität Mainz.
- Wild, P. (2008):** IT Service Management an Hochschulen - Aufbau und Supportorganisation an Hochschulen mit Campus Management Systemen, VDM, Saarbrücken.
- Wilde, T., Hess, T. (2007):** Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik - Eine empirische Untersuchung. In: *Wirtschaftsinformatik*, 49(4), S. 280 - 287.
- Willard, B. (2002):** The Sustainability Advantage: Seven Business Case Benefits of a Triple Bottom Line. New Society Publishers, Gabriola Island, B.C.
- Wille-Haussmann, B., Erge, T., Wittwer, C. (2007):** Decentralised optimisation of cogeneration in virtual power plants. *Solar Energy*, 84(4):604 - 611, 2010. International Conference CISBAT 2007.
- Wissenschaftsrat (2006):** Empfehlungen zur künftigen Rolle der Universitäten im Wissenschaftssystem. Im Internet [http://www.wissenschaftsrat.de/texte/rolle\\_universitaeten.pdf](http://www.wissenschaftsrat.de/texte/rolle_universitaeten.pdf). Zugriff: 20.09.2009.
- Wittmann, T., Bruckner, T. (2007):** Agentenbasierte Modellierung urbaner Energiesysteme. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, Heft 49(5), S. 352 - 360.
- Wittstruck, D., Teuteberg, F. (2011):** Development and Simulation of a Balanced Scorecard for Sustainable Supply Chain Management - A System Dynamics Approach. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, Volume 1, pp. 332 - 341.

- WKWI - Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V. (2007):** Rahmenempfehlungen für die Universitätsausbildung in Wirtschaftsinformatik. In: Wirtschaftsinformatik 49(4), S. 318 - 325.
- WKWI - Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V., GI-FB WI - Fachbereich Wirtschaftsinformatik der Gesellschaft für Informatik (2008):** WI - Mitteilung der WKWI und des GI-FB WI. WI-Orientierungslisten. In: Wirtschaftsinformatik 50(2), S. 155 - 163.
- WKWI - Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaftslehre e. V. (1994):** Profil der Wirtschaftsinformatik. In: Wirtschaftsinformatik 36(1), S. 80 - 81.
- Xiao, J., Chung, J. Y., Li, J., Boutaba, R., Hong, J. W. K. (2010):** Near optimal demand-side energy management under real-time demand-response pricing. In: Proc 6th International Conference on Network and Service Management (CNSM), Niagara Falls, S. 527 - 532.
- Yin, R. K. (2009):** Case study research: design and methods. Applied Social Research Methods Series, Vol. 5. Sage Publications, Thousand Oaks.
- Zangemeister, C. (1976):** Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. 4. Auflage, Zangemeister & Partner, München.
- Zarnekow, R., Scheeg, J., Brenner, W. (2004):** Untersuchung der Lebenszykluskosten von IT-Anwendungen. In: Wirtschaftsinformatik 46(3), S. 181 - 187.
- Zgaga, P. (2006):** Looking out: the Bologna process in a global setting - on the “external dimension” of the Bologna process. Norwegian Ministry of Education and Research. Im Internet: [http://www.dcsf.gov.uk/londonbologna/uploads/documents/0612\\_Bologna\\_Global\\_final\\_report.pdf](http://www.dcsf.gov.uk/londonbologna/uploads/documents/0612_Bologna_Global_final_report.pdf). Zugriff: 2010-09-12.
- Zinke, M. (2008):** E-Energy-IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft. Technical report, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).



## **Anhang**

## **Anhangsverzeichnis**

|  |     |
|--|-----|
| Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl, die Migration und den Betrieb eines Campus-Management-Systems  | A1  |
| Cost-Benefit Analysis for the Selection, Migration and Operation of a Campus Management System             | A2  |
| Hauptkritikpunkte von Peter Mertens an den heutigen Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik        | A3  |
| IT-gestütztes Management von Drittmitteln im Rahmen des Forschungsmanagements an deutschen Hochschulen     | A4  |
| Erweiterter IT-Wertbeitrag durch Green Business  | A5  |
| Analysis of Electrical Load Balancing by Simulation and Neural Network Forecast                            | A6  |
| Two-Sided Load Shifting for Sustainability in Energy Grids   | A7  |
| Lastmanagement von Energienetzen - ein integriertes Entscheidungsunterstützungssystem                      | A8  |
| Green IT - Analyse ungenutzter Potenziale moderner Prozessorarchitekturen                                  | A9  |
| Auswirkungen des Strukturwandels deutscher Hochschulen auf die IT-Unterstützung des Drittmittelmanagements | A10 |

---

**A1**

---

**Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl, die Migration und den Betrieb eines Campus-Management-Systems<sup>326</sup>**

---

**Autoren:** Jon Sprenger, Marc Klages, Michael H. Breitner

**In:** Wirtschaftsinformatik 52(4), S. 211 – 224.

**Abstrakt:** Steigende Studierendenzahlen sowie organisatorische und technische Anforderungen führen zu vielfältigen Herausforderungen an Hochschulen. Ein integriertes Campus-Management-System stellt hierbei als unterstützendes Informationssystem für die Studierendenverwaltung eine mögliche Teillösung dar. Um wirtschaftlich zu agieren, ist eine Wirtschaftlichkeitsanalyse der in Betracht kommenden Alternativsysteme erforderlich. Das dargestellte, praxisorientierte Vorgehensmodell ermöglicht eine Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl, die Migration und den Betrieb eines Campus-Management-Systems in zehn Schritten. Schwierigkeiten der Kosten- und Nutzenzuordnung werden mittels eines prozessorientierten Vorgehens adressiert. Die Vorgehensschritte, verdeutlicht anhand einer Szenarienanalyse mit zwei großen deutschen Hochschulen, zeigen, dass der Einsatz eines integrierten Campus-Management-Systems zu Kosteneinsparungen führt. Das Vorgehensmodell ermöglicht vergleichende Berechnungen, anhand derer auch die monetären Unterschiede zwischen den Alternativsystemen aufgezeigt werden können. Damit liefert es eine Entscheidungsunterstützung für die Wahl des hochschulspezifisch bestgeeigneten Campus-Management-Systems.

---

<sup>326</sup> Sprenger et al. (2010a).

---

**A2**

---

**Cost-Benefit Analysis for the Selection, Migration and Operation of a  
Campus Management System<sup>327</sup>**

---

**Authors:** Jon Sprenger, Marc Klages, Michael H. Breitner

**In:** Business & Information Systems Engineering (BISE) 52(4), pp. 219 – 231.

**Abstract:** An increasing number of students, together with organizational and technological requirements, pose new challenges for universities. For these reasons, campus management systems provide a solution for the necessary IS-support in student administration. In order to ensure cost-effectiveness, an extensive cost-utility analysis of the campus management systems under consideration is required. The process model illustrated here facilitates a ten-step cost-utility analysis for the selection, migration and operation of a campus management system. The process-oriented approach addresses the challenges posed by cost and benefit allocation. The subsequent ten steps, using the case analysis of two large German universities, show that the implementation of an integrated campus management system can lead to significant cost saving effects. The presented process model enables comparative calculations of differences with regard to the alternatives. The approach enables a comprehensive decision support system for the selection of a university-specific and individually applicable campus management system.

---

<sup>327</sup> Sprenger et al. (2010b).

---

**A3**

---

---

**Hauptkritikpunkte von Peter Mertens an den heutigen Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik<sup>328</sup>**

---

**Autoren:** Marc Klages, Jos Töller

**In:** Kehlenbeck et al.: Aspekte der Wirtschaftsinformatikforschung 2008. IWI Discussion Paper #31, Institut für Wirtschaftsinformatik der Leibniz Universität Hannover, S. 34 – 81.

**Abstrakt:** Nachdem sich die Wirtschaftsinformatik in den deutschsprachigen Ländern ungefähr 40 Jahre nach der Gründung des ersten einschlägigen Lehrstuhls zu einer etablierten Disziplin entwickelt hat und in dieser Zeit durch starkes Wachstum geprägt war, sieht sie sich zunehmend mit einer Phase der Konsolidierung konfrontiert. Dazu tragen sowohl Veränderungen im Umfeld der Wirtschaftsinformatik wie veränderte Rahmenbedingung für Forschung und Lehre aber auch inhärente Probleme des Faches selbst bei. Letztere begründen sich zum einen an einem unscharfen Selbstbild der Wirtschaftsinformatik, insbesondere hinsichtlich der Abgrenzung der Wirtschaftsinformatik gegenüber der Betriebswirtschaftslehre und der Informatik. Zum anderen birgt das unterschiedliche Methodenprofil zur amerikanischen Schwesterdisziplin Information Systems Research (ISR) Diskussionspotential: In diesem Zusammenhang wird von der Wirtschaftsinformatik eine stärkere Öffnung hin zur Empirie gefordert, welche die behavioristische Forschung im Information Systems Research dominiert. Die unterschiedliche forschungsmethodische Ausrichtung wirkt dabei gegen die Bemühungen zur stärkeren Internationalisierung der Wirtschaftsinformatik, da die Einreichung von Beiträgen, die nicht dem behavioristischen Paradigma entsprechen, mit geringen Erfolgschancen verbunden ist. In seinem Aufsatz „Zufriedenheit ist die Feindin des Fortschritts – Ein Blick auf das Fach Wirt-

---

<sup>328</sup> Klages und Töller (2008).

schaftsinformatik“ greift Mertens Teile der geäußerten Kritik in Form von Hauptkritikpunkten auf. U.a. kritisiert er darin einen Mangel an kumulativer Forschung in der Wirtschaftsinformatik. Die Kritik von Mertens ist jedoch nicht isoliert zu betrachten. Die steigende Anzahl an Publikationen zur künftigen Positionierung der Wirtschaftsinformatik ist Ausdruck einer zunehmenden Debatte um die aktuelle und zukünftige Stellung der Wirtschaftsinformatik. Diese wird von verschiedenen Autoren insbesondere als Anlass dafür genommen, sich mit der forschungstheoretischen Position und dem Methodenprofil der Wirtschaftsinformatik näher auseinanderzusetzen. Der vorliegende Beitrag beschreibt und diskutiert das dabei entstehende Profil der Wirtschaftsinformatik.

**Leibniz Universität Hannover**  
**Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät**  
**Institut für Wirtschaftsinformatik**  
**Prof. Dr. Michael H. Breitner**

**Hausarbeit zur Promotionsstudiumsveranstaltung**  
**„Wissenschaftstheorie“**  
**Sommersemester 2008**

**Thema:**

**Hauptkritikpunkte von Peter Mertens an den**  
**heutigen Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik**

**vorgelegt von:**

Marc Klages

Matr.-Nr. 2043104

Dürerstraße 10

30171 Hannover

Tel: 0511/7624983

klages@iwi.uni.hannover.de

Jos Töller

Matr.-Nr. 2191324

Rembrandtstr. 6

30177 Hannover

Tel: 0511/1295655

toeller@iwi.uni-hannover.de

Hannover, 18. März 2011

## Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Grundlagen .....</b>  | <b>3</b>  |
| 2.1      | Forschungsmethoden .....   | 3         |
| 2.1.1    | Methodenbegriff.....   | 3         |
| 2.1.2    | Einordnung und Relevanz für die Forschungsarbeit.....                                | 4         |
| 2.2      | Erkenntnistheoretische Position der Wirtschaftsinformatik.....                       | 7         |
| <b>3</b> | <b>Forschungsmethodische Positionierung der Wirtschaftsinformatik .....</b>          | <b>8</b>  |
| 3.1      | Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik.....                                 | 8         |
| 3.1.1    | Überblick wichtiger Methoden in der Wirtschaftsinformatik.....                       | 9         |
| 3.1.2    | Behavioristische Forschungsmethoden.....   | 10        |
| 3.1.3    | Konstruktionsorientierte Forschungsmethoden .....                                    | 12        |
| 3.2      | Quantitative Analysen zu den Forschungsmethoden in der WI.....                       | 15        |
| 3.2.1    | Untersuchung zum Methodenprofil der WI .....   | 15        |
| 3.3      | Analysen zum Vergleich mit Information Systems Research .....                        | 17        |
| <b>4</b> | <b>Kritik an den Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik .....</b>           | <b>19</b> |
| 4.1      | Allgemeine Kritik .....  | 19        |
| 4.2      | Hauptkritikpunkte von Mertens .....  | 20        |
| 4.3      | Kritische Würdigung der Hauptkritikpunkte von Mertens .....                          | 26        |
| <b>5</b> | <b>Auswahlkriterien geeigneter Methoden .....</b>                                    | <b>27</b> |
| 5.1      | Typischer Forschungsverlauf .....  | 27        |
| 5.2      | Stärken qualitativer Forschungsmethoden.....   | 32        |
| 5.3      | Stärken quantitativer Forschungsmethoden .....                                       | 32        |
| 5.3.1    | Kritische Diskussion zu den Forschungsmethoden .....                                 | 34        |
| 5.4      | Qualitätskriterien für die Forschung .....   | 35        |
| 5.5      | Zusammenfassende Erörterung zur Selektion der „richtigen“<br>Forschungsmethode ..... | 37        |
| <b>6</b> | <b>Fazit .....</b>   | <b>37</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis .....</b>  | <b>I</b>  |



**Abbildungsverzeichnis**

|  |    |
|--|----|
| ABBILDUNG 1: EINORDNUNG VON FORSCHUNGSMETHODEN.  | 5  |
| ABBILDUNG 2: METHODEN DER WIRTSCHAFTSINFORMATIK.   | 9  |
| ABBILDUNG 3: ARCHITEKTUR BEHAVIORISTISCHER FORSCHUNGSMETHODEN IN DER WI.                   | 11 |
| ABBILDUNG 4: ARCHITEKTUR KONSTRUKTIONSORIENTIERTER FORSCHUNGSMETHODEN<br>IN DER WI.        | 13 |
| ABBILDUNG 5: EMPIRISCH GESTÜTZTES METHODENPROFIL DER<br>WIRTSCHAFTSINFORMATIK.             | 16 |
| ABBILDUNG 6: METHODENEINSATZ IN WIRTSCHAFTSINFORMATIK UND INFORMATION<br>SYSTEMS RESEARCH. | 18 |
| ABBILDUNG 7: MÖGLICHE FORTSCHRITTSVERLÄUFE EINER DISZIPLIN.                                | 24 |
| ABBILDUNG 7: DER TYPISCHE FORSCHUNGSPROZESS.   | 29 |
| ABBILDUNG 8: TRIANGULATION: VEREINIGUNG VON QUALITATIVER UND QUANTITATIVER<br>METHODIK.    | 35 |

## 1 Einleitung

Nachdem sich die Wirtschaftsinformatik in den deutschsprachigen Ländern ungefähr 40 Jahre nach der Gründung des ersten einschlägigen Lehrstuhls zu einer etablierten Disziplin entwickelt hat und in dieser Zeit durch starkes Wachstum geprägt war, sieht sie sich zunehmend mit einer Phase der Konsolidierung konfrontiert.<sup>1</sup> Dazu tragen sowohl Veränderungen im Umfeld der Wirtschaftsinformatik wie veränderte Rahmenbedingung für Forschung und Lehre aber auch inhärente Probleme des Faches selbst bei. Letztere begründen sich zum einem an einem unscharfen Selbstbild der Wirtschaftsinformatik, insbesondere hinsichtlich der Abgrenzung der Wirtschaftsinformatik gegenüber der Betriebswirtschaftslehre und der Informatik.<sup>2</sup> Zum anderen birgt das unterschiedliche Methodenprofil zur amerikanischen Schwesterdisziplin Information Systems Research (ISR) Diskussionspotential: In diesem Zusammenhang wird von der Wirtschaftsinformatik eine stärkere Öffnung hin zur Empirie gefordert, welche die behavioristische Forschung im Information Systems Research dominiert.<sup>3</sup> Die unterschiedliche forschungsmethodische Ausrichtung wirkt dabei gegen die Bemühungen zur stärkeren Internationalisierung der Wirtschaftsinformatik, da die Einreichung von Beiträgen, die nicht dem behavioristischen Paradigma entsprechen, mit geringen Erfolgschancen verbunden ist.<sup>4</sup>

In seinem Aufsatz „Zufriedenheit ist die Feindin des Fortschritts – Ein Blick auf das Fach Wirtschaftsinformatik“<sup>5</sup> greift *Mertens* Teile der geäußerten Kritik in Form von Hauptkritikpunkten auf. U.a. kritisiert er darin einen Mangel an kumulativer

---

<sup>1</sup> Vgl. *Frank, U.* (2008), S. 39.

<sup>2</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T.* (2007), S. 280.

<sup>3</sup> So stand bspw. auch das Motto der European Conference on Information Systems (ECIS) 2007 in St. Gallen unter dem Titel "Relevant rigour - Rigorous relevance".

<sup>4</sup> Vgl. *Frank, U.* (2008), S. 41.

<sup>5</sup> Vgl. *Mertens, P.* (2004).

Forschung in der Wirtschaftsinformatik.<sup>6</sup> Die Kritik von Mertens ist jedoch nicht isoliert zu betrachten. Die steigende Anzahl der Publikationen zur künftigen Positionierung der Wirtschaftsinformatik sind Ausdruck einer zunehmenden Debatte um die aktuelle und zukünftige Stellung der Wirtschaftsinformatik.<sup>7</sup> Die Diskussion über die zukünftige Positionierung der Wirtschaftsinformatik wird von verschiedenen Autoren insbesondere als Anlass dafür genommen, sich mit der forschungstheoretischen Position der WI und dem Methodenprofil der WI näher auseinander zusetzen. So haben beispielsweise *Wilde / Hess* mittels Auswertung von Artikeln der Zeitschrift Wirtschaftsinformatik eine quantitative Erhebung von in der WI angewendeten Forschungsmethoden durchgeführt.<sup>8</sup> Weitere Forschungsprojekte beschäftigen sich mit dem Vergleich der Wirtschaftsinformatik mit ihrer Schwesterdisziplin ISR.<sup>9</sup>

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist zum einen die kritische Auseinandersetzung mit dem von Mertens angebrachten Kritikpunkte an den heutigen Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik. Gleichzeitig soll aber auch eine Auseinandersetzung mit der allgemeinen Diskussion zum Methodenprofil in der Wirtschaftsinformatik und der Positionierung gegenüber der Schwesterdisziplin Information Systemes (Research) erfolgen. Im zweiten Kapitel wird dazu zunächst der Begriff der Forschungsmethode definiert und der Zusammenhang von Forschungsmethode zur Forschungsarbeit skizziert sowie die erkenntnistheoretische Position der Wirtschaftsinformatik diskutiert. Das dritte Kapitel beleuchtet die forschungsmethodische Positionierung der Wirtschaftsinformatik und bezieht quantitative Analysen zum Methodenprofil der Wirtschaftsinformatik sowie des Information Systems Research in die Betrachtung ein. Die Hauptkritikpunkte von *Mertens* an den Methoden der Wirtschaftsinformatik werden im vierten Kapitel diskutiert und einer kritischen

---

<sup>6</sup> Vgl. *Mertens, P.* (2004), S. 10.

<sup>7</sup> Als beispielhafte Publikationen können jene von *Becker et al.* (2003); *Frank, U.* (2008); *Schwabe, G.* (2008); *Wilde, T. / Hess, T.* (2006); *Wilde, T. / Hess, T.* (2007) angeführt werden.

<sup>8</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T.* (2006); *Wilde, T. / Hess, T.* (2007).

<sup>9</sup> Vgl. *Lange, C.* (2006).

Würdigung unterzogen. Die kritische Gesamtsicht in Kapitel fünf quittiert die Hauptkritikpunkte von Mertens an den Erkenntnissen über die Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik aus Kapitel 4.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Forschungsmethoden

#### 2.1.1 Methodenbegriff

Dem Begriff der Forschungsmethode liegen in der Literatur unterschiedliche Definitionen zugrunde. *Chmielewicz* beschreibt eine Methode allgemein als eine Art und Weise des Vorgehens, die sich durch eine bestimmte Auswahl von Instrumenten als Mittel der Zielerreichung auszeichnet.<sup>10</sup> Wird ein so bestimmtes Vorgehen durch "intersubjektiv nachvollziehbare und nachprüfbare Verhaltensregeln"<sup>11</sup> beschrieben, kann nach *Wilde / Hess* „grundsätzlich von einer wissenschaftlichen Methode gesprochen werden“.<sup>12</sup>

Für die Sozialwissenschaften definiert *Herrmann* Forschungsmethoden als:

- mittelbare Systeme von Regeln,
- die von Akteuren als Handlungspläne zielgerichtet verwendet werden können,
- intersubjektive Festlegungen zum Verständnis der Regeln und der darin verwendeten Begriffe erlauben und

---

<sup>10</sup> Vgl. *Chmielewicz* (1994), S. 36f.

<sup>11</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T.* (2006), S. 1f.

<sup>12</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T.* (2006), S. 1f.

- deren Befolgung oder Nichtbefolgung aufgrund des normativen und präskriptiven Charakters der Regeln feststellbar ist<sup>13</sup>

Als gemeinsame Merkmale aus den oben genannten Definitionen lassen sich die Attribute Zielorientierung, Intersubjektivität und Nachprüfbarkeit bestimmen. Ebenso wird ein Mittel- / Instrumenten-Ansatz bzw. systematischer Ansatz gefordert.

Anstatt der Verwendung von ausschließlich einer Forschungsmethode in einer wissenschaftlichen Disziplin ist ein Pluralismus von Forschungsmethoden typisch. Die Anzahl von Forschungsmethoden einer wissenschaftlichen Disziplin spannt das so genannte Methodenspektrum auf. Innerhalb dieses Methodenspektrums können verschiedene Arten von Methoden bestehen, die unterschiedlichen theoretischen Grundpositionen entspringen. Das Methodenspektrum der Wirtschaftsinformatik wird detailliert in Kapitel 3 dargestellt und diskutiert.

Der Methodenbegriff ist für die Wirtschaftsinformatik in zweierlei Hinsicht geprägt: Zum einen verwendet die Wirtschaftsinformatik Methoden zur Erkenntnisgewinnung (Forschungsmethoden), zum anderen sind Methoden zur Informationssystemgestaltung wie z.B. Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung Gegenstand des Untersuchungsbereichs der Wirtschaftsinformatik (Entwicklungsmethoden).<sup>14</sup> In dieser Arbeit werden ausschließlich Forschungsmethoden behandelt.

### 2.1.2 Einordnung und Relevanz für die Forschungsarbeit

Auswahl und Anwendung geeigneter Forschungsmethoden sind für die wissenschaftliche Arbeit von entscheidender Bedeutung. Um

---

<sup>13</sup> Vgl. *Herrmann* (1999), S. 36-37.

<sup>14</sup> Aus diesem Grund unterscheiden *Becker et al.* zwischen methodischen und inhaltlich-funktionalen Gegenstandsbereichen der Wirtschaftsinformatik die jeweils mit erkenntnis- oder gestaltungsorientierter Zielsetzung bearbeitet werden. Vgl. *Becker et al.* (2003), S.11.

Forschungsmethoden in das Spektrum der Forschungsarbeit einzuordnen und die Bedeutung von Forschungsmethoden in diesem Zusammenhang zu verdeutlichen, soll im Folgendem auf den Bezugsrahmen zur Klassifikation von Publikationen in der Wirtschaftsinformatik und Information Systems von *Lange*<sup>15</sup> aufgebaut werden. Obwohl der Bezugsrahmen primär für die Klassifikation von Veröffentlichungen gedacht ist, umfasst er wesentliche Determinanten einer Forschungsarbeit auf Basis derer Beziehungen zueinander die Einordnung der Forschungsmethode vorgenommen und deren Relevanz bestimmt werden kann.

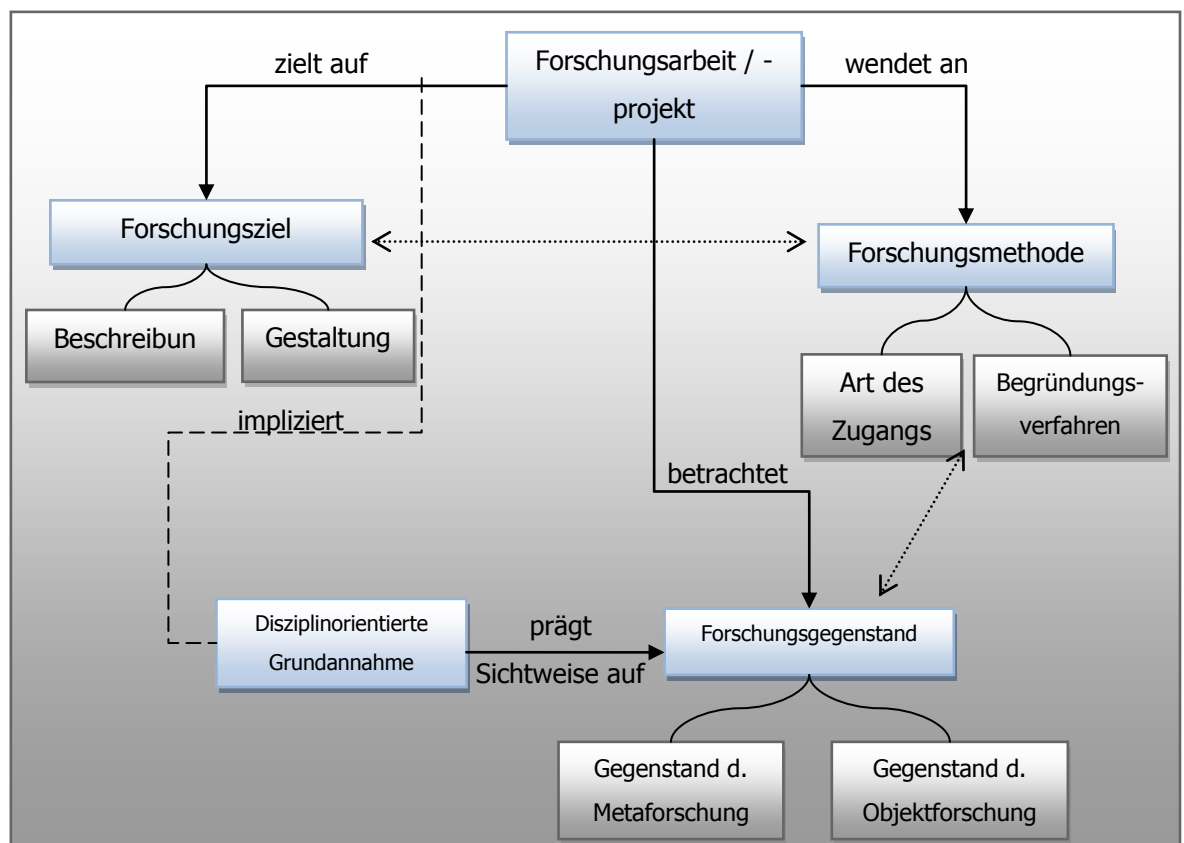


Abbildung 1: Einordnung von Forschungsmethoden.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an *Lange, C. (2005), S. 2.*

<sup>15</sup> *Lange, C. (2005).*

Die Forschungsmethode ist neben Forschungsziel und Forschungsgegenstand zentraler Baustein einer Forschungsarbeit. Entsprechend der in Abbildung 1 gekennzeichneten Systematik zielt die Forschungsarbeit auf ein Forschungsziel, wobei in bestimmter Forschungsgegenstand betrachtet und Forschungsmethoden angewendet werden. Unterschiedliche fachliche Hintergründe der Forscher und Referenzdisziplinen bestimmen die disziplinenorientierte Grundannahme, welche die Sichtweise auf den Forschungsgegenstand prägt. Hinsichtlich der Auswahl der geeigneten Forschungsmethode bestehen Wechselwirkungen zwischen Forschungsziel, Forschungsgegenstand und Forschungsmethode. Eine starke Interdependenz liegt insbesondere zwischen dem Forschungsziel und der Forschungsmethode. So wird mit der Definition des Forschungsziels oftmals bereits eine Einschränkung auf eine Art bestimmter Forschungsmethoden vorgenommen (z.B. qualitative Beschreibung teilnehmende Beobachtung). Die Auswahl der Forschungsmethode ist ebenso unter Berücksichtigung des Forschungsgegenstands zu treffen. In Abhängigkeit des Vorhandenseins relevanter Theorien im Forschungsgebiet können Forschungsmethoden zur Entwicklung neuer Theorien (kaum gültige Theorien) oder Überprüfung von Theorien (z.B. durch die Empirie) angewendet werden. Die Überprüfung in der Theorie schwer abgrenzbarer Phänomene könnte dagegen in Fallstudien erfolgen.

Die Forschungsmethode selbst legt die Art des Zugangs zum Thema und das Begründungsverfahren fest. Ersterer determiniert unterschiedliche Arten zur Erschließung der Realität. Im Fall der Empirie kennzeichnet sich der Zugang durch Erfahrung.<sup>16</sup> Gestaltungsorientierten Methoden sind im Wesentlichen durch die Aktivitäten Beobachten, Befragen und / oder Teilnehmen gekennzeichnet.<sup>17</sup> Begründungsverfahren sind Verfahren zum Nachweis der Gültigkeit des Forschungsergebnisses.<sup>18</sup> Das Begründungsverfahren kann in

---

<sup>16</sup> Lange, C. (2005), S. 14.

<sup>17</sup> Lange, C. (2005), S. 14.

<sup>18</sup> Lange, C. (2005), S. 17.

der angewendeten Forschungsmethode selbst enthalten sein (z.B. in der Empirie) oder es wird eine weitere Forschungsmethode zur Begründung eingesetzt. Beispielsweise könnten ein Experiment als Zugang zur Realität und eine Expertenbefragung zur anschließenden Begründung gewählt werden.

Forschungsmethoden stehen in hierarchischer Sicht zwischen übergeordneten Prinzipien und die Anwendung der Forschungsmethoden konkretisierenden Verfahren. Die Prinzipien geben grundsätzliche Vorgehensweisen im Sinne von Handlungsgrundsätzen oder Strategien vor. Die Umsetzung dieser Verfahren kann ferner durch Instrumenteneinsatz unterstützt (z.B. Statistik-Software, Software zur mathematischen Modellbildung, etc.) werden.

## 2.2 Erkenntnistheoretische Position der Wirtschaftsinformatik

Wie die Sozial- und Wirtschaftswissenschaften baut die Wirtschaftsinformatik auf keine eigenen Gesetzmäßigkeiten als theoretisches Fundament, sondern zieht physikalisch-technische Tatsachen und Gesetzmäßigkeiten aus anderen Disziplinen heran. Die Besonderheit der Wirtschaftsinformatik liegt jedoch darin, dass sich die Forschung und die Entwicklung spezieller Forschungsmethoden im Spannungsfeld der unterschiedlichen Forschungsansätze der Mutterdisziplinen bewegen. Aus diesem forschungsmethodischen Spannungsfeld heraus entwickeln sich zu Fragestellungen der Wirtschaftsinformatik Forschungsmethoden, die unterschiedlichen erkenntnistheoretischen Paradigmen entspringen.<sup>19</sup>

Die Anwendung von Forschungsmethoden spielt sich in der Wirtschaftsinformatik vor dem Hintergrund zweier erkenntnistheoretischer Paradigmen ab (*Wilde / Hess*):

- konstruktionswissenschaftliches Paradigma (Design Science): Entwicklung nützlicher IT-Lösungen.

---

<sup>19</sup> Vgl. *Becker, J. et al.* (2003), S. 3.



- behavioristisches Paradigma (Behavioural Science): Analyse von Ausgestaltung und Wirkung verfügbarer IT-Lösungen auf Unternehmen und Märkte.<sup>20</sup>

Die Wirtschaftsinformatik ist vorrangig konstruktivistisch geprägt, wobei neue Erkenntnisse häufig explorativ gewonnen werden.<sup>21</sup> Im Gegensatz dazu verfolgt die ISR einen behavioristischen Ansatz: Die Forschungsmethoden der ISR sind hauptsächlich quantitativ-empirisch und zielen auf Identifizierung und Erklärung realer Phänomene mit Hilfe statistischer Methoden.<sup>22</sup> Vielfach wird gerade in der gestaltungsorientierten Ausrichtung der Wirtschaftsinformatik ihre Stärke gesehen, da eine Orientierung an betriebswirtschaftlichen Problemen erfolgt und ein stärkerer Praxisbezug gegeben ist.<sup>23</sup> Jedoch hat der überwiegende Anteil der internationalen, insbesondere amerikanischen Publikationen einen empirischen Schwerpunkt.<sup>24</sup> In der Folge sinken die Chancen für die Annahme konstruktivistischer Publikation in internationalen Zeitschriften.<sup>25</sup>

Die Verwendung von Forschungsmethoden der unterschiedlichen Paradigmen sowie Unterschiede zur ISR wurden zuletzt verstärkt quantitativ untersucht. In Abschnitt 3.2 wird auf entsprechende Untersuchungen eingegangen.

### 3 Forschungsmethodische Positionierung der Wirtschaftsinformatik

#### 3.1 Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik

---

<sup>20</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T.* (2007), S. 281.

<sup>21</sup> Vgl. *Kurbel, K.* (2008), S. 90.

<sup>22</sup> Vgl. *Kurbel, K.* (2008), S. 89.

<sup>23</sup> Vgl. *Becker, J.* (2008), S. 7; *Frank, U.* (2008), S. 47; *Schwabe, G.* (2008), S. 150.

<sup>24</sup> Vgl. *Becker, J.* (2008), S. 7.

<sup>25</sup> Vgl. *Frank, U.* (2008), S. 41.

### 3.1.1 Überblick wichtiger Methoden in der Wirtschaftsinformatik

Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik können entsprechend der in Abschnitt 2.2 umrissenen erkenntnistheoretischen Grundhaltungen in konstruktionsorientierte Forschungsmethoden (*Design Science*) und behavioristische Forschungsmethoden (*Behavioural Science*) unterschieden werden. Bevor konstruktionsorientierte und behavioristische Forschungsmethoden detailliert dargestellt werden, ist jedoch zu klären, welche Methoden aus Sicht der Wirtschaftsinformatik überhaupt von Bedeutung sind. Eine umfassende WI-bezogene Aufzählung von Forschungsmethoden findet sich u.a. bei *König, et al.* (1996)<sup>26</sup>, eine ähnliche Aufzählungen in *Lange, C.* (2006)<sup>27</sup>. An dieser Stelle soll die Auswahl von *Wilde / Hess* herangezogen werden<sup>28</sup>, da später auf die quantitative Analyse von *Wilde / Hess* eingegangen und damit auf diese Auswahl und Definition der Methoden zurückgegriffen wird. Für die Wirtschaftsinformatik sind demnach im Wesentlichen folgende Methoden von Relevanz:

|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung/Test von Prototypen</li> <li>- Simulation</li> <li>- Modellierung</li> <li>- Kreativitätstechniken</li> <li>- Deduktion</li> <li>- Learning by Doing</li> <li>- Forschung durch Entwicklung</li> <li>- Aktionsforschung</li> <li>- Prognose</li> <li>- Grounded Theory</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhaltsanalyse</li> <li>- Fallstudien / Feldstudien</li> <li>- Laborexperimente</li> <li>- Feldexperimente</li> <li>- Befragung (Survey/Interviews)</li> <li>- Beobachtung</li> <li>- Referenzmodellierung</li> <li>- Deskription und Interpretation</li> <li>- Ethnographie</li> </ul> |
|--|--|

Abbildung 2: Methoden der Wirtschaftsinformatik.

Quelle: *Wilde, T. / Hess, T.* (2006), S. 5.

<sup>26</sup> Vgl. *König, et al.* (1996), S. 46f.

<sup>27</sup> Vgl. *Lange, C.* (2006), S. 35-38.

<sup>28</sup> Die Auswahl baut auf jener von *König et al.* (1996) auf und wird um jene von *Lange, C.* (2006). Vgl. *Wilde, T. / Hess, T.* (2006), S. 4.

Die oben skizzierten Methoden sind sowohl konstruktivistischen als auch behavioristischen Charakters. In Abhängigkeit des Forschungsansatzes können hierarchische Beziehungen zwischen den Methoden bestehen, beispielsweise wenn eine Fallstudie durchgeführt wird und in diesem Zusammenhang eine Befragung oder Beobachtung erfolgt. In den folgenden beiden Abschnitten sollen wichtige Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik beider Paradigmen detaillierter dargestellt und darauf aufbauend deren Verwendung unter Bezugnahme relevanter quantitativer Studien analysiert werden.

### 3.1.2 Behavioristische Forschungsmethoden

Behavioristische Methoden zielen auf die Erklärung von Phänomenen, Erweiterung, Ergründung und Validierung von Theorien. Das Forschungsobjekt wird von Forschern beobachtet und nicht selbst geschaffen. Jedoch kann der Forscher in unterschiedlich hohem Maße in das zu untersuchende Umfeld integriert sein.

Methoden der Wirtschaftsinformatik können im Allgemeinen in Prozess- / Realitätsbildung und Analysekomponente strukturiert werden.<sup>29</sup> Für verhaltenswissenschaftliche Methoden werden auf Prozessebene zunächst Festlegungen zum Forschungsdesign getroffen. Die Realitätsbildung erfolgt durch Operationalisierungs- / Erhebungsverfahren, welche sowohl quantitativer als auch qualitativer Art sein können.<sup>30</sup> Die Analyseverfahren können logisch (i.d.R. bei qualitativen Daten) oder statistisch (bei quantitativen Daten) geprägt sein.

Abbildung 3 zeigt die allgemeine Architektur behavioristischer Forschungsmethoden:

---

<sup>29</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T.* (2006), S. 6.

<sup>30</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T.* (2006), S. 6.

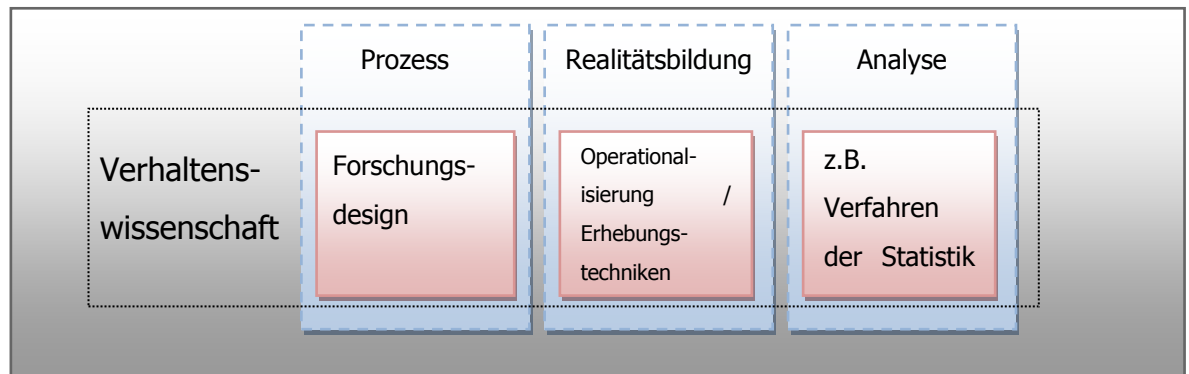


Abbildung 3: Architektur behavioristischer Forschungsmethoden in der WI.

Quelle: Eigene Darstellung in Ablehnung an *Wilde, T. / Hess, T. (2006), S. 6.*

Zu den behavioristischen Forschungsmethoden zählen folgenden Methoden aus Abbildung 3, die an dieser Stelle kurz beschrieben werden sollen:<sup>31</sup>

- *Grounded Theory (qualitativ):*

Die Grounded Theory („gegenstandsverankerte Theoriebildung“) zielt auf die induktive Gewinnung neuer Theorien durch intensive Beobachtung des Untersuchungsgegenstandes im Feld. Die verschiedenen Vorgehensweisen zu Kodierung und Auswertung der vorwiegend qualitativen Daten sind exakt spezifiziert.

- *Quantitativ-empirische Forschung / Qualitativ-empirische Forschung:*

Diese beiden Methoden fassen Erhebungstechniken wie Fragebögen, Interviews, Delphi-Methode, Inhaltsanalysen etc. zu zwei Aggregaten zusammen. Sie umfassen eine einmalige Erhebung über mehrere Individuen hinweg, die anschließend quantitativ oder qualitativ kodiert und ausgewertet wird. Ergebnis ist ein Querschnittsbild über die Stichprobenteilnehmer hinweg, welches üblicherweise Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit zulässt.

<sup>31</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T. (2006), S. 6-10.*

- *Fallstudien:*

Die Fallstudie untersucht in der Regel komplexe, schwer abgrenzbare Phänomene in ihrem natürlichen Kontext. Sie stellt eine spezielle Form der qualitativ-empirischen Methodik dar, die wenige Merkmalsträger intensiv untersucht. Für den verhaltenswissenschaftlichen Zugang steht die möglichst objektive Untersuchung von Thesen im Mittelpunkt.

- *Labor- und Feldexperimente:*

Das Experiment untersucht Kausalzusammenhänge in kontrollierter Umgebung, indem eine Experimentalvariable auf wiederholbare Weise manipuliert und die Wirkung der Manipulation gemessen wird. Der Untersuchungsgegenstand wird entweder in seiner natürlichen Umgebung (im „Feld“) oder in künstlicher Umgebung (im „Labor“) untersucht, wodurch wesentlich die Möglichkeiten der Umgebungskontrolle beeinflusst werden.

- *Ethnographie:*

Die Ethnographie möchte durch partizipierende Beobachtung Erkenntnisse generieren. Der Unterschied zur Fallstudie liegt in dem sehr hohen Umfang, in dem sich der Forscher in das untersuchte soziale Umfeld integriert. Eine objektive Distanz ist kaum vorhanden.

### 3.1.3 Konstruktionsorientierte Forschungsmethoden

Gegenstand der konstruktionsorientierten Methoden ist die Schaffung von (IT-) Artefakten, auf deren Basis Probleme analysiert und Lösungen entwickelt werden können.<sup>32</sup> Die Schaffung des Artefaktes geht u.a. mit einer Problemanalyse, der fachkonzeptionellen Entwicklung eines Lösungsansatzes und ggf. mit der Entwicklung eines Prototyps einher.

---

<sup>32</sup> Vgl. Becker, J. (2008), S. 8.

Konstruktionsorientierte Forschungsmethoden können wie behavioristische Methoden in eine Prozess-, Realitätsbildungs- und Analysekomponente unterteilt werden.<sup>33</sup> Der Prozess wird durch ein Vorgehensmodell beschrieben, die Realitätsbildung erfolgt idealtypisch durch Modellierungsregeln und die Analyse durch Verfahren der Logik und Mathematik. Abbildung 4 fasst die Architektur konstruktionsorientierter Forschungsmethoden zusammen.

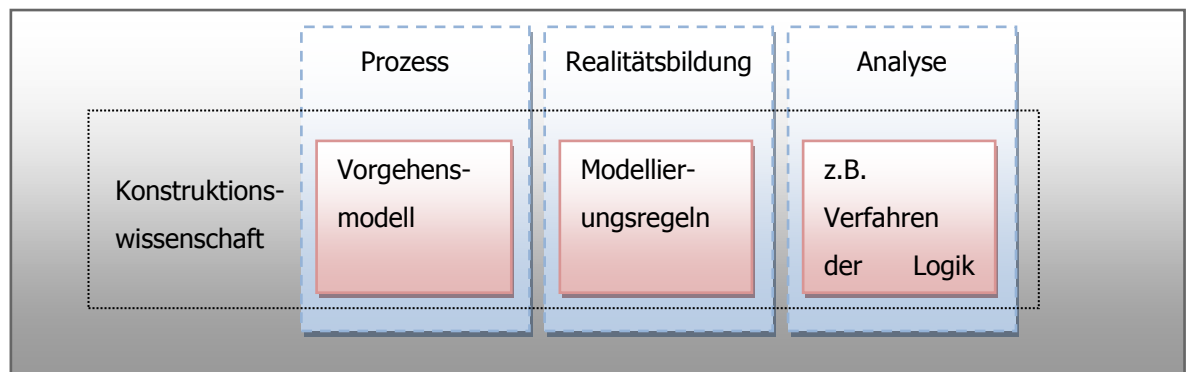


Abbildung 4: Architektur konstruktionsorientierter Forschungsmethoden in der WI.  
Quelle: Eigene Darstellung in Ablehnung an *Wilde, T. / Hess, T. (2006), S. 6.*

Die Architektur behavioristischer und ist konstruktionsorientierter Forschungsmethoden jedoch nur als idealtypisch zu verstehen. In der Realität können sich konstruktionsorientierte und verhaltenswissenschaftliche Elemente vermischen (z.B. Problemanalyse durch Beobachtung, Problemlösungsentwurf durch Prototyping). Mit der Schaffung des Artefaktes ist eine starke Nähe des Forschers zum Untersuchungsgegenstand verbunden. Eine kritische Auseinandersetzung mit dem Forschungsergebnis ist daher von hoher Bedeutung und sollte die Analyse ergänzen. Um diese möglichst objektiv vornehmen zu können wird eine neutrale Evaluierung in Form einer (Experten-) Befragung oder einer Evaluierung des Nutzens durch die Anwender gefordert.<sup>34</sup>

<sup>33</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T. (2006), S. 6-10.*

<sup>34</sup> Vgl. *Schwabe, G. (2008), S. 159.*

Zu den konstruktionsorientierte Forschungsmethoden zählen folgende Methoden aus Tabelle 2:<sup>35</sup>

- *Prototyping:*

Es wird eine Vorabversion eines Anwendungssystems entwickelt und evaluiert. Beide Schritte können neue Erkenntnisse generieren.

- *Simulation:*

Die Simulation bildet das Verhalten des zu untersuchenden Systems formal in einem Modell ab und stellt Umweltzustände durch bestimmte Belegungen der Modellparameter nach. Sowohl durch die Modellkonstruktion als auch durch die Beobachtung der endogenen Modellgrößen lassen sich Erkenntnisse gewinnen.

- *Referenzmodellierung:*

Die Referenzmodellierung erstellt induktiv (ausgehend von Beobachtungen) oder deduktiv (bspw. aus Theorien oder Modellen) meist vereinfachte und optimierte Abbildungen (Idealkonzepte) von Systemen, um so bestehende Erkenntnisse zu vertiefen und daraus Gestaltungsvorlagen zu generieren.

*Formal-deduktive, konzeptionell-deduktive und argumentativ-deduktive Analyse:*

Logisch-deduktives Schließen kann als Forschungsmethode auf verschiedenen Formalisierungsstufen stattfinden: entweder im Rahmen mathematisch-formaler Modelle, in semi-formalen Modellen oder rein sprachlich.

- *Aktionsforschung:*

Es wird ein Praxisproblem durch einen gemischten Kreis aus Wissenschaft und Praxis gelöst. Hierbei werden mehrere Zyklen aus Analyse-, Aktions-, und Evaluationsschritten durchlaufen, die jeweils gering strukturierte Instrumente wie Gruppendiskussionen oder Planspiele vorsehen.

---

<sup>35</sup> Vgl. Wilde, T. / Hess, T. (2006), S. 6.

- *Fallstudien:*

Wie unter Abschnitt 3.1.2., jedoch konstruktionsorientierten Zugang: Interpretation von Verhaltensmustern als Reaktion auf von Probanden den konstruierten Realitäten.

## 3.2 Quantitative Analysen zu den Forschungsmethoden in der WI

### 3.2.1 Untersuchung zum Methodenprofil der WI

In der deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik sieht Mertens große Teile der Forschungsgemeinde Modeerscheinungen und Hype-Wellen nachjagen. Zudem ist er der Meinung, dass dabei oft nur Halbfabrikate erstellt werden (die Gründe für diese Annahmen erschließen sich in Kapitel 4).

Dies führte 2006 dazu, dass sich Thomas Wilde und Thomas Hess von der Universität München dazu angeregt sahen, eine empirische Untersuchung zur allgemeinen Verwendung von Forschungsmethoden innerhalb der Wirtschaftsinformatik durchzuführen. Dabei konnte festgehalten werden, dass es sich in der deutschen Wirtschaftsinformatik um eine Wissenschaft handelt, welche sich einer methodenpluralistischen Erkenntnisstrategie bedient. Dabei finden Instrumente aus der Real-, Formal- und Ingenieurwissenschaft Verwendung.<sup>36</sup> Zudem werden in der Wirtschaftsinformatik die aggregierten, eher paradigmensorientierte Ebene und die methodologische Ebene, welche sich weitestgehend unverknüpft mit dem erkenntnistheoretischen Überbau, der das Spektrum der Methoden und deren Anwendungsspezifika betrachtet, erörtert.<sup>37</sup>

Es herrscht jedoch ein zunehmend unscharfes Selbstbild der Disziplin, welches die Positionierung im Vergleich zur Information Systems Research in Aspekten wie dem „Rigor versus Relevance“ Dualismus erschwert.

---

<sup>36</sup> Vgl. Wilde, T. / Hess, T. (2007), S. 281.

<sup>37</sup> Vgl. Wilde, T. / Hess, T. (2007), S. 282.



Die Analyse des Methodenprofils der Wirtschaftsinformatik von Wilde und Hess kam nun zu dem Ergebnis, dass eine Dominanz der drei Varianten theoretisch-deduktiver Analysen (in der Summe 52 %), Fallstudien (13 %) und quantitativ-empirischen Methoden mit bis zu 10 % existiert. Grounded Theory, Feldexperimente und Ethnographie wurden hingegen kaum bis gar nicht eingesetzt, was im Vergleich zu Information Systems Research ungewöhnlich ist.<sup>38</sup>

Die folgende Abbildung verdeutlicht die Ergebnisse und Zusammenhänge:

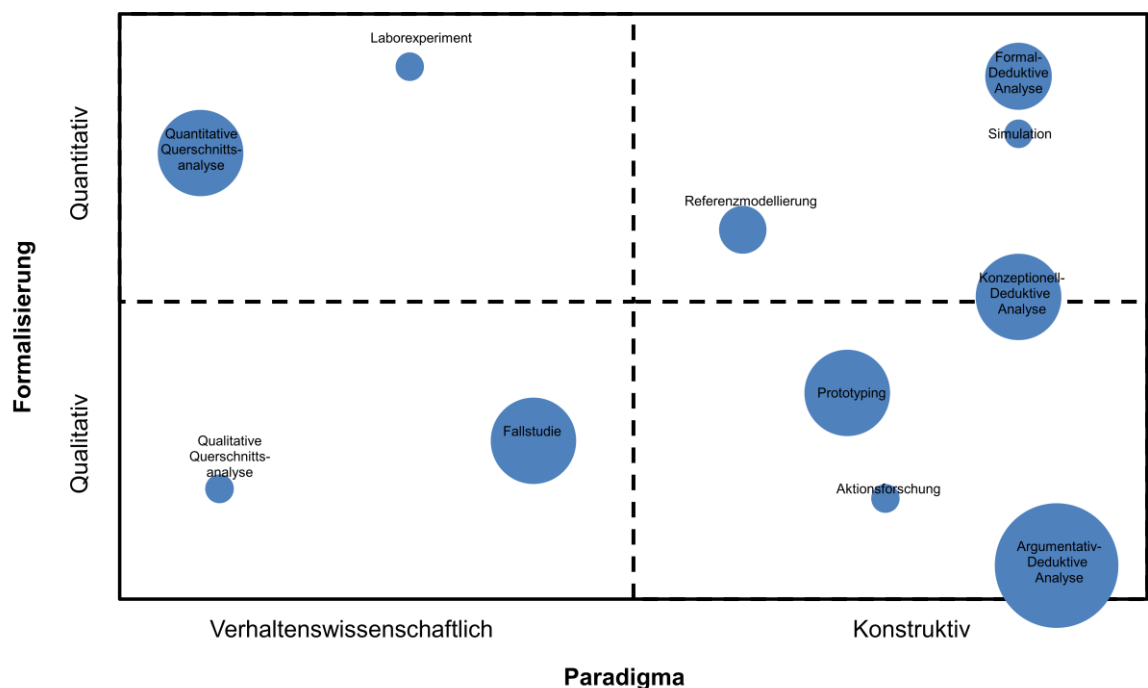


Abbildung 5: Empirisch gestütztes Methodenprofil der Wirtschaftsinformatik.

Quelle: Eigene Darstellung in Ablehnung an *Wilde, T. / Hess, T. (2007), S. 284.*

Durch die Untersuchung wurde der konstruktionsorientierte Schwerpunkt der Wirtschaftsinformatik zum ersten Mal bestätigt, stellt sich aber als geringer heraus, als in der Literatur von Experten Behauptung findet. So sind die meisten der untersuchten Arbeiten im argumentativen, konzeptionellen, formal-deduktiven

<sup>38</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T. (2007), S. 283.*

Bereich und im Prototyping, in Fallstudien und innerhalb einer quantitativen Querschnittsanalyse angesiedelt. Von hohem Interesse ist dabei – auch vor dem Kontext der Kritik Mertens – die Entwicklung der Wirtschaftsinformatik hin zur quantitativ-empirischen Methodologie, welche vornehmlich durch die Information Systems Research beherrscht wird.<sup>39</sup> Dies ist sicherlich auf den internationalen Druck auf die Wirtschaftsinformatik zurückzuführen und den Stellenwert, den internationale Paper im Vergleich zu deutschen Papern genießen.<sup>40</sup>

### 3.3 Analysen zum Vergleich mit Information Systems Research

Der kurze Vergleich der Entwicklung und des aktuellen Stands der Wirtschaftsinformatik und der Information Systems Research zeigt klare Analogien und bemerkenswerte Unterschiede. Beide Disziplinen nehmen für sich ähnliche wirtschaftliche und technologische Grundzüge in Anspruch. Sie teilen sich eine größtenteils identische Forschungsdisziplin und sind beide für die Förderung der Entwicklung und Nutzung von Informations-Systemen in der Praxis gedacht. Allerdings unterscheiden sich beide Ansätze im Hinblick auf ihre tatsächliche Forschung durch verschiedene Pfade. Dadurch unterliegen beide Disziplinen einer Art Legitimitäts-Notwendigkeit zur Existenzberechtigung.

Doch schließen sich beide Ansätze auch bezüglich der verwendeten Methoden teilweise gegenseitig aus?

Diese Frage wurde unter anderem innerhalb einer Sekundäranalyse von Wilde und Hess untersucht, mit folgendem Ergebnis:

---

<sup>39</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T.* (2007), S. 285.

<sup>40</sup> Vgl. *Franck, U.* (2006), o. S.

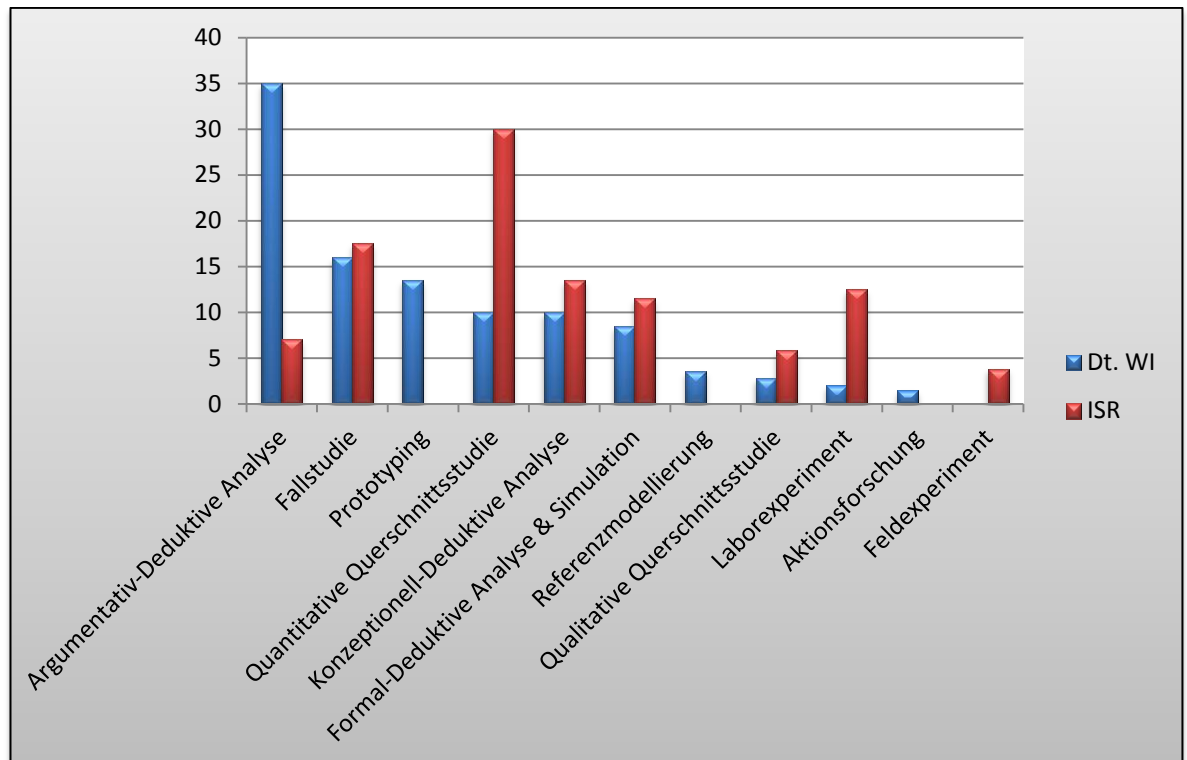


Abbildung 6: Methodeneinsatz in Wirtschaftsinformatik und Information Systems Research.

Quelle: Eigene Darstellung in Ablehnung an *Wilde, T. / Hess, T. (2007), S. 285.*

Auffallend ist dabei, dass die angelsächsische Information Systems Research auf Methoden des Prototypings, der Referenzmodellierung und der Aktionsforschung völlig verzichtet.<sup>41</sup>

So scheint es, dass sich zwar die Wirtschaftsinformatik zunehmend in Richtung Information Systems Research erweitert, aber weniger umgekehrt eine Öffnung stattfindet.

Im folgenden Abschnitt soll nun auf allgemeine Kritik und auf wesentliche Inhalte von Mertens Kritik an der Wirtschaftsinformatik eingegangen werden. Dabei wird deutlich, dass sich manche Kritikpunkte inhaltlich sehr gut und andere weniger sinnvoll in die bisher erwähnten Elemente integrieren lassen.

<sup>41</sup> Vgl. *Wilde, T. / Hess, T. (2007), S. 285.*

## 4 Kritik an den Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik

### 4.1 Allgemeine Kritik

Neben den sehr spezifischen Kritikpunkten von Mertens, auf die wir im nächsten Gliederungskapitel zu sprechen kommen, existieren generelle Beanstandungen an der Art und Weise wie im Bereich der Wirtschaftsinformatik geforscht wird. Zu den wichtigsten Schwächen innerhalb der Forschung dieser Disziplin gelten:

- Häufig werden die Themen für Publikationen, Diplomarbeiten, Habilitationen etc. zu sehr nach dem Gegenstandsbereich (Realwelt) selektiert.
- Die Auswahl und die Begründung der Forschungsmethode werden häufig unterschlagen.
- Oft werden intuitive Fallstudien statt methodisch gesicherte durchgeführt.
- Es ist ein mangelndes Bewusstsein über vorhandene Methoden festzustellen. Zudem existiert ein absentes Wissen um bzw. über die Grenzen der angewandten Methode.
- Es fehlt an einer ausreichenden und tiefsinnigen Diskussion zur Selektion einer Methode und zur Nichtverwendung unberücksichtigter Methoden.
- Die Zitation bereits thematisch passender und vorhandener Literatur wird stark vernachlässigt.
- Die jeweiligen Forschungsergebnisse werden nur sehr selten durch den Wissenschaftler selbst auf mögliche Falsifizierbarkeit hin überprüft. Dies führt nicht selten zum Treffen unangemessener, widerlegbarer Aussagen.

Zusätzlich, so wird moniert, können zwar durch die methodenpluralistische Ausrichtung viele Forschungsmethoden aus den Referenzdisziplinen Betriebswirtschaftslehre und Informatik übernommen werden, welche dies aber sein sollten bzw. sind und wie sie im Kontext der Wirtschaftsinformatik anzuwenden sind, wird nur von wenigen thematisiert.<sup>42</sup>

## 4.2 Hauptkritikpunkte von Mertens

Die Kritikpunkte von Mertens sind hier sehr viel spezifischer. Zu den wesentlichen Kritikpunkten zählen dabei vornehmlich:

### *Problematische Ziele*

Nach Mertens sind heutzutage vor allem unscharfe Verwendungen von Begrifflichkeiten und sinnvolle Anwendungen von ökonomischen Grundlagen innerhalb der Wirtschaftsinformatik problematisch oder oft schlicht falsch. Er zitiert in seinem Aufsatz „Zufriedenheit ist die Feindin des Fortschritts – ein Blick auf das Fach Wirtschaftsinformatik“ ein Beispiel aus dem Lehrbuch:

„Der Maßstab für die Messung der Effektivität des Informationsmanagements ist der Wert, der durch die Nutzung von IT-Leistungen entsteht. Dieser Wert kann in der Qualitätsverbesserung von Prozessen und Produkten, der Erschließung von Umsatzpotenzialen sowie der Senkung von Prozesskosten auf Basis effektiver IT-Leistungen liegen.“

Mertens urteilt hier, dass die angedeutete Maximierung der Wirtschaftlichkeit theoretisch nicht exakt sei, sondern vielmehr in diesem Kontext von der maximalen Rentabilität oder dem Abkömmling Return on Investment gesprochen werden muss.<sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> Anmerkung: Aus "Potential experimenteller Forschung in der Wirtschaftsinformatik" von Hess.

<sup>43</sup> Vgl. Mertens, P. (2004), S. 5ff.

Im Hinblick auf die Optimierung von Prozessen wird in der Literatur zu häufig von Kostensenkungspotenzialen etc. gesprochen, die durch minimale Durchlaufzeiten, maximaler Geschwindigkeit usw. gekennzeichnet sind. Hier sieht Mertens das Problem, dass sich die Wirtschaftsinformatik teilweise im Bereich der Ingenieurwissenschaften befindet. Hier gelten jedoch zahlreiche „Ceteris-Paribus-Klauseln“, die es zu beachten gilt. Eine Aussage, wonach die Prozesse in der Logistik durch die Verwendung von IT nachhaltig beschleunigt werden kann, hält er für sachlich „unrichtig“. Seiner Meinung nach werden hier physikalische Sachverhalte vernachlässigt: *Beschleunigung verlangt einen überproportionalen Aufwand, der sich ökonomisch betrachtet, häufig nicht rechnet.* Außerdem werde die gesamte Prozesskette zu wenig betrachtet, zu häufig werden einzelne Prozessoptimierungen separat disponiert. Vielmehr sollte innerhalb der Wirtschaftsinformatik auf die gesamte Prozesskette von Unternehmen als solches Ausschau gehalten werden und auf das Aufspüren von durch Koordinationsdefizite verschenkte Skalen- und Bündelungseffekte.<sup>44</sup>

Zudem wird der Erfolgsfaktor Zeit in der Regel zu wenig differenziert betrachtet. Schneller ist nicht immer gleich besser! Hier sind Überlegungen zu günstigen Geschwindigkeiten je Untersuchungsgegenstand (z. B. Branche) innerhalb der Betriebswirtschaft vonnöten.

Zwar sei die WI interdisziplinär durch eine methoden-pluralistische Erkenntnisstrategie aus Real-, Formal- und Ingenieurwissenschaft geprägt, doch laut Mertens fände in der Wirtschaftsinformatik häufig zu unbewusst eine grobe Durchmischung verschiedener Disziplinen statt, ohne diese klar voneinander abzugrenzen. Dies führe zu einem unscharfen Selbstbild der Wissenschaft, welche es zu vermeiden gelte.

Er zitiert in diesem Zusammenhang Jürgen Mittelstraß, welcher den Sachverhalt folgendermaßen zusammenfasst: „Wir müssen von der Columbus-Welt, in welcher

---

<sup>44</sup> Vgl. Mertens, P. (2004), S. 10.

sich der Mensch als Entdecker bewegt, in die Leibniz-Welt, mit der der Mensch im Wesentlichen über seine Deutungen und Symbole verbunden ist, in die Leonardo-Welt reisen, in der sich der Wissenschaftler auf seinen Verstand und die vorhandenen Techniken/Methoden stützt, um neue, letztlich der Menschheit hilfreiche reale Konstrukte zu schaffen. Allerdings ist es in der Leonardo-Welt nicht leichter, sondern schwieriger geworden, ein guter Wissenschaftler zu sein.“

### *Mangelnde kumulative Forschung*

Mertens ist sich in diesem Kontext sicher, dass sich die Themenkomplexe häufig wiederholen. Ganz ähnliche Sachverhalte wurden seiner Meinung nach im Laufe der Jahrzehnte bereits untersucht. Als Beispiel benennt er die Informationserschließung, die Know-how-Datenbanken, das Informationsmanagement und den dafür aktuellen Begriff Business Intelligence. Im Kern, so Mertens, „geht es jeher um die Frage, wie man Information aus der Umwelt besorgt, filtert, in der richtigen Aufbereitung zum richtigen Zeitpunkt an den richtigen Empfänger liefert.“<sup>45</sup>

Sein Vorwurf ist entsprechend: Die jeweilige Spezialistengemeinschaft kümmert sich allgemein zu wenig um die Vorgängerarbeiten, zum Teil sind sie ihnen nicht einmal bekannt. Laut Mertens führt dies zu „bedauerlichen und vermeidbaren Produktivitätsverlusten“!<sup>46</sup>

Darüber hinaus rügt er den Mangel an Veröffentlichungen von Wissenschaftlern, welche viel Output (im Sinne von Messungen etc.) erzeugen, aber keinerlei Niederschriften für die Nachwelt aus den Ergebnissen bzw. Interpretationen der Ergebnisse erzeugen.

Hinzu kommt die häufig zu alte Zitation originaler Quellen. Vielmehr sei es wichtig, die neusten Auflagen derselben bzw. ergänzender Autoren zu verwenden. „Sonst

---

<sup>45</sup> Mertens, P. (2004), S. 10f.

<sup>46</sup> Mertens, P. (2004), S. 11.

gingen wichtige Erkenntnisgewinne unter.“<sup>47</sup> Um seine Argumentation diesbezüglich zu untermauern, benennt er ein plastisches Beispiel:

„Wo läge jetzt der Kraftstoffverbrauch, wenn die Entwickler von Motoren nicht unter Nutzung der Ergebnisse vieler Teildisziplinen (Werkstoffwissenschaften, Strömungsmechanik, Elektronisches Motorenmanagement) zielgerichtet [...] weitergeforscht, sondern zwischen Ottomotor, Wankel-, Wasserstoff-, Elektro- und Elsbettmotor hin- und hergesprungen wären?“<sup>48</sup>

### *Vernachlässigung von Mathematik und Operations Research*

Mertens sieht in diesem Zusammenhang die Mathematik und Operations Research als Mittel zur Schulung des in der Wirtschaftsinformatik besonders wichtigen Analysevermögens. Häufig geht es in der Disziplin um Kapazitätsengpässe. Hier sei vor allem das Operations Research ein idealer Forschungsschwerpunkt zur Erzielung von vielstelligen Nutzeneffekten. Mit dem Aufkommen des Lieferkettenmanagements nehme der Stellenwert zudem noch zu.

Mertens fordert in diesem Kontext eine solidere Mathematik und Operations Research-Basis zum Vorteil der Wirtschaftsinformatik, um durch Lösungswege Suchräume zu verkleinern. Jedoch sollten die Algorithmen, welche der Wirtschaftsinformatiker benötigt, nicht alleine durch Mathematiker entwickelt werden, denn die Verfahren der Wirtschaftsinformatik werden in Zukunft eine Kombination aus mathematischen Methoden und typischen WI-Betrachtungsgegenständen sein (z.B. Data-Mining, Datenbanken mit KI-Methoden, ökonomisch bewertete Lösungswege).<sup>49</sup>

### *Verfolgung übertriebener Modeerscheinungen*

„Die Wirtschaftsinformatik ist die Wissenschaft, in der jedes Jahr etwas anderes wahr ist.“<sup>50</sup>

---

<sup>47</sup> Mertens, P. (2004), S. 11.

<sup>48</sup> Mertens, P. (2004), S. 12.

<sup>49</sup> Vgl. Mertens, P. (2004), S. 13f.

<sup>50</sup> Vgl. Mertens, P. (2004), S. 14.



Mit dieser Aussage kommentiert Peter Mertens die Wirtschaftsinformatik und schildert die Disziplin als Fach in einer Sackgasse, welches nicht herauskommt und sich darum auf das jeweilige Modethema konzentriert, wobei die Mode von Zeit zu Zeit wiederkehrt.

Nach dem Auslaufen der Modewelle werden die Erkenntnisse nicht festgehalten, sondern durch ähnliche Aspekte unter anderen Schlagworten neuentdeckt. Dadurch verflüchtigen sich eventuelle Fortschrittserträge, so dass überhöhte Moden nicht zum Vorteil einer Disziplin gereichen. In Abbildung 7 sind die Zusammenhänge visualisiert:

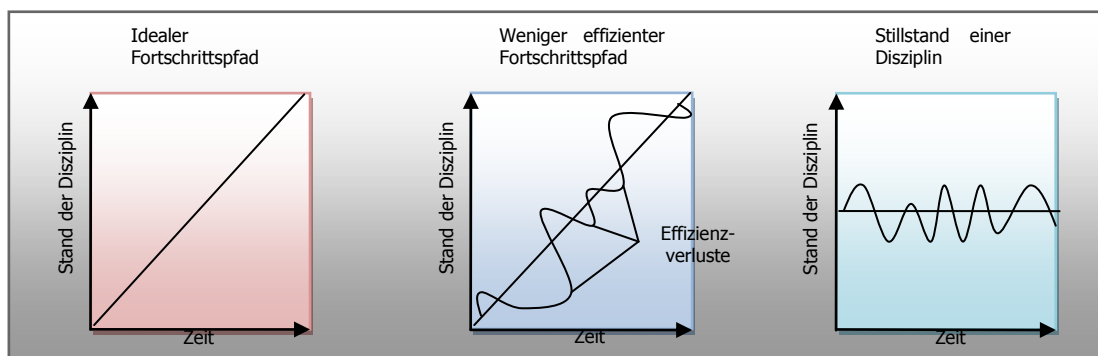


Abbildung 7: Mögliche Fortschrittsverläufe einer Disziplin.

Quelle: Eigene Darstellung in Ablehnung an *Mertens, P. (1995), S. 25.*

Mertens nennt dabei vier Gründe für Modeerscheinungen:

- Moden sind Ausdruck mangelnder Vereinzelung bzw. Differenzierung.
- Wissenschaftler nutzen Modebewegungen aus, um ihre Publikationen und Geschäftstätigkeiten zu stärken.

- „Es ergibt sich ein selbstverstärkender Regelkreis: Da man weiß, dass ein Thema nur eine begrenzte Lebensdauer hat, muss man es während dieser Zeit besonders heftig „ausbeuten“.“<sup>51</sup>
- Seiner Meinung nach tragen planwirtschaftliche Aspekte der staatlichen Forschungspolitik zu modischen Überhöhungen bei.<sup>52</sup>

### *Mangelnde Präzision von Sprache und Begriffswelt*

Als besonders kritisch betrachtet Mertens zudem die Zweckentfremdung inhaltlicher Elemente durch Vergabe neuer Oberbegriffe und das englische Modeworte dazu führen, dass deutsche Begriffe weniger Zuspruch bei gleichem oder höherem wissenschaftlichem Gewicht erfahren. Er verabscheut übertriebenes Einstreuen von Anglizismen und spricht in diesem Zusammenhang von sog. Plastikworten. Als Beispiele bringt er die Worte Kundenbetreuung versus Customer Intelligence sowie Lieferantenbewertung versus Supplier Intelligence usw. an.

Zudem, so argumentiert er, entstünden durch Kombination der Begriffe amorphe Gebilde, deren Eigenschaften und Aussagen aus Sicht der Wissenschaft kaum noch zu analysieren seien. Als Beispiel dient hier das Wort der Geschäftsprozessoptimierung, bei dem das eigentliche Optimum kaum noch zu definieren sei.<sup>53</sup>

Besonders peinlich empfindet er außerdem die mangelnde Beherrschung englischer Sprache durch „daneben greifen“. Als Beispiele bringt er häufige Fehler an:

- Industry Solutions – Industrie-Lösungen (richtig: Branchen-Lösungen)
- one billion – eine Billion (richtig: eine Milliarde)

---

<sup>51</sup> Mertens, P. (2004), S. 16.

<sup>52</sup> Vgl. Mertens, P. (2004), S. 16.

<sup>53</sup> Vgl. Mertens, P. (2004), S. 20f.

- Collaboration – Kollaboration (richtig: i. w. S. Kooperation)

Die „Verdenglischung“, so Mertens, sei insgesamt ein Ärgernis, zumal die deutsche Wirtschaftsinformatik sich in Teilen stark und sinnvoll von der Information Systems Research abgrenze. Zudem sei die deutsche Sprache rein linguistisch und wissenschaftlich betrachtet deutlich präziser.<sup>54</sup>

### 4.3 Kritische Würdigung der Hauptkritikpunkte von Mertens

Insgesamt lässt sich konstatieren, dass die Kritik von Mertens stark auf Einzelbeispielen aufsetzt und es fraglich ist, ob die Aussagen auch auf allgemeiner Ebene Bestätigung finden. Er stellt zwar seine Meinung plakativ in den Vordergrund, untermauert diese auch zum großen Teil nachweisbar anhand genannter Beispiele, stellt aber keinerlei Studie vor, die seine Aussagen bestätigen könnten. Zudem betreffen nicht alle Kritikpunkte die Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. So ist z.B. die mangelnde Präzision von Sprache und Begriffswelt nicht direkt als Problem mangelnder oder falsch angewendeter Forschungsmethoden zu bewerten. Auch mit Hinblick auf die Vernachlässigung von Mathematik und Operations Research gibt es Aspekte, die von Mertens nicht vollends Berücksichtigung finden und empirische Daten vermissen lassen, welche seine Argumentation unterstützen könnten. So ließe sich an der quantitativen Häufigkeit bestimmter Methoden zu einem zweifellosen Maß sicherlich der Grad des Einsatzes von Operations Research erkennbar machen. Doch einen solchen Beweis liefert Mertens selber nicht. Zudem wirken Mertens Niederschriften teilweise konfus, er wechselt häufig die Themen und das Forschungsfeld. Teilweise sogar innerhalb eines Absatzes. Dadurch wirken die Vergleiche zum Teil wie Äpfel mit Birnen (Bsp. Kritik an Elmar Fleisch).

---

<sup>54</sup> Vgl. *Mertens, P.* (2004), S. 24.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass Mertens Kritik sich in zu großen Teilen auf die falsche Anwendung bestehender Forschungsmethoden stützt. Die Kritik untermauert er anhand beispielhafter Publikationen. Die Auswahl der Forschungsmethode als auch der Methodenmix aus behavioristischen und konstruktionsorientierten werden von Mertens hingegen wenig diskutiert. Damit wird die angebrachte Kritik zum einen schwer generalisierbar, zum anderen lassen sich kaum allgemeine Handlungsempfehlungen ableiten. Die Auswahl der von Mertens formulierten Hauptkritikpunkte scheint vorrangig der eignen subjektiven Wahrnehmung entnommen. Dies drückt sich konkret darin aus, dass Themen und das Forschungsfeld häufig gewechselt werden, teilweise innerhalb eines Absatzes. Dadurch ist die Reflektion seiner Kritikpunkte vor dem Hintergrund der allgemeinen Diskussion bspw. um die zukünftige Ausrichtung der Wirtschaftsinformatik im Vergleich zur ISR nur schwer möglich.

Aus der genannten Kritik lässt sich ableiten, dass Prof. Mertens an diversen Stellen zu häufig den Ansatz eines Ingenieurs verfolgt und weniger den eines Ökonomen. Mertens massive Kritik in Form eines Mangels an kumulativer Forschung wird zudem nicht nur durch plausible Beispiele versinnbildlicht und viele Aspekte, die er kritisiert, belegt er selber nicht durch die adäquate Anwendung geeigneter Forschungs-Methoden.

## 5 Auswahlkriterien geeigneter Methoden

### 5.1 Typischer Forschungsverlauf

Im Allgemeinen kann der Forschungsweg einem typischen Forschungsprozess gleichgesetzt werden. Während des gesamten Forschungsweges, bei dem es sich auch um einen Zyklus handeln kann, sollte sich der Wissenschaftler folgende Fragen stellen:

- In welchem Bereich werde ich forschen? Gibt es Whitepaper zu diesem Thema?

- Welches Forschungsziel habe ich? Ist das Ziel klar definiert?
- Ist mein Forschungsziel bezogen auf die Scientific Community anschlussfähig?
- Habe ich sämtliche relevanten Forschungsergebnisse ausgewertet und auf Konsistenz überprüft?
- Baut mein Forschungsziel auf bereits erbrachten Ergebnissen in diesem Segment auf?
- Wie hoch ist die Eignung meiner selektierten Forschungsmethoden?
- Ist die Anwendung der Methoden korrekt?
- Wie hoch ist die Relevanz meiner eigenen Forschungsergebnisse?
- Liegt der Herleitung meiner Ergebnisse eine hohe Sorgfalt zugrunde?
- Welche weiterführenden Problemstellungen liegen meiner Forschung zugrunde?
- Ist eine kritische Reflektion und Diskussion Bestandteil meiner Arbeit?
- Werden schlüssige Folgerungen für die Praxis und die Wissenschaft gezogen?<sup>55</sup>

---

<sup>55</sup> Vgl. *Stelzer, D.* (2008), S. 18f.

Diese und weitere Fragen sollte sich jeder Wissenschaftler zu Beginn und während seiner Tätigkeit verallgegenwärtigen. Der Forschungsweg kann zudem in unterschiedliche Phasen aufgeteilt werden (siehe Abbildung 6).

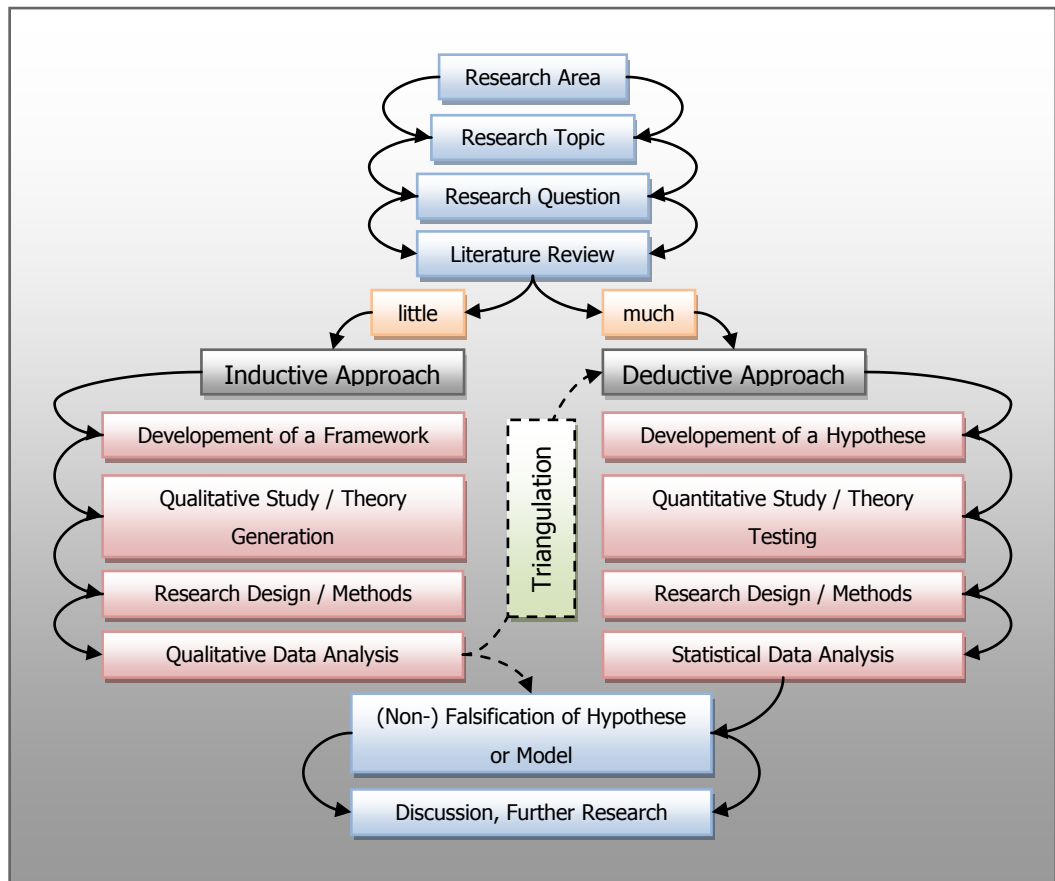


Abbildung 8: Der typische Forschungsprozess.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Krummacker, S. / Eichenberg, T. (2007), o. S.

In der ersten Phase wird der sogenannte Forschungsbereich sondiert. Hier werden typischerweise die Literatur gescannt und Erfahrungen oder vorhergehende Forschungen herangezogen sowie erste Whitepaper gesichtet. Zudem ist diese Phase durch die Kommunikation mit Kollegen, anderen Wissenschaftlern und Praktikern geprägt. Im Idealfall kristallisiert sich anschließend eine Forschungslücke bzw. das Forschungsthema aus der Theorie und / oder Praxis heraus. In der Folge wird eine Forschungsfrage determiniert, welche je nach Spezifikationsgrad teilweise bereits zum jetzigen Zeitpunkt eine passende

Forschungsmethode suggeriert. Konkretisiert wird die Wahl der Forschungsmethode jedoch erst nach oder während der folgenden Literaturrecherche. Hier wird die für die Forschungsfrage relevante Literatur im Detail analysiert und die Forschungslücke hinterfragt. Laut einer sozialwissenschaftlichen Studie sind weltweit nämlich die Themen aller Dissertationen zu ca. 80% bereits in irgendeiner Form hinreichend in der Literatur abgehandelt. Außerdem kann an dieser Stelle die Selektion der richtigen Forschungsmethode im Kontext der bis hierhin bestehenden Kenntnisse des Forschers Berücksichtigung finden. Eine einfache Regel gibt dabei den weiteren Verlauf der Forschung preis:

Ist der Forschungsbereich in der Literatur gering bis mäßig ausgeprägt, sollte der induktive Forschungsansatz gewählt werden. Ist das Gegenteil der Fall, also eine hohe Präsenz des Themas mit einer Vielzahl an Publikationen gegeben, so bietet sich der deduktive Ansatz an.

In der darauf folgenden Phase wird dann eine qualitative und / oder eine quantitative Forschungsmethode abhängig von dem zu erzielenden Gesamtnutzen und der einzunehmenden Perspektive selektiert.

Beide Prinzipien unterscheiden sich dabei jedoch signifikant hinsichtlich des Forschungsweges und des zugrundeliegenden Wissenschaftsverständnisses.<sup>56</sup> Während qualitative Herangehensweisen einen nachvollziehenden Zugang finden, aufgedeckte Ursachen und Zusammenhänge zu verfolgen, begründen quantitative Ansätze allein erklärende, beschreibende sowie numerische Aspekte, um soziale Phänomene zu klassifizieren und zu quantifizieren.<sup>57</sup> Dessen ungeachtet handelt es sich bei den zugrundeliegenden Methoden nicht um einander diametral kontradiktorische Arten wissenschaftlicher Forschung.<sup>58</sup> Denn beide Paradigmen<sup>59</sup>

---

<sup>56</sup> Vgl. *Lamnek* (2005), S. 21.

<sup>57</sup> Vgl. *Bortz / Döring* (2005), S. 299; *Mayring* (1993), S. 20.

<sup>58</sup> Vgl. *Heinze, T.* (2001), S. 37f.

weisen sowohl wesentliche Nutzenfelder als auch Störfaktoren auf, die in der Forschungspraxis die Bestimmung der „ordnungsgemäßen“ und angemessenen Untersuchungsform erschweren.<sup>60</sup>

Die in der vorletzten Phase anschließende Verifizierung (Logischer Empirismus) bzw. Falsifizierung (kritischer Rationalismus) der abgeleiteten Hypothesen bzw. des kreierten Modells ist ein integraler Bestandteil der quantifizierbaren Forschung. Überwiegender Grundtenor besteht in der Wissenschaft zudem über das breite Anwendungsspektrum der qualitativen Sozialforschung.<sup>61</sup> Neben den genannten Aspekten ist sie vor allem immer dann empfehlenswert, sobald vornehmlich sozial fremde, diskrepante oder komplexe Phänomene, welche einer gründlichen Untersuchung bedingen, oder deren generierenden Gefüge rekonstruiert werden sollen.<sup>62</sup> Darüber hinaus ist die Methodologie geeignet, simpel erscheinende, aber mit beträchtlicher Wahrscheinlichkeit sehr vielschichtige Objekte bzw. Merkmale zu explorieren, welche speziell in „echten Lebens-Situationen“ auftreten.<sup>63</sup>

Im letzten Schritt des Forschungsprozesses schließen sich normalerweise umfangreiche Diskussionen, Prognosen und möglicherweise Folgeforschungen an.<sup>64</sup>

---

<sup>59</sup> Der Begriff Paradigma wird oft widersprüchlich verwendet. Vorliegend soll der Terminus auf seinen Ursprung zurückgeführt werden und heterogen als Ansatz betrachtet werden. Vgl. Saldern (1995), S. 332.

<sup>60</sup> Vgl. Koch (1997), S. 123; Schnell et al. (2005), S. 99.

<sup>61</sup> Vgl. Heinze, T. (1995), 27f.

<sup>62</sup> Vgl. Seipel, C./Rieker, R. (2003), S. 252ff.

<sup>63</sup> Vgl. Kleining, G. (1995), S. 131f.

<sup>64</sup> Anmerkung: Die folgenden 2 Gliederungspunkte lehnen sich aufgrund der Nähe des Inhaltes eng an die Hausarbeit von Marc Klages, Lars Pankalla und Alexander Kuhlmann zum Thema „Auswahl der richtigen Forschungsmethode: Potentiale und Grenzen qualitativer und quantitativer Forschungsmethoden“ im Rahmen des Promotionsstudiums an der Leibniz Universität Hannover, Methoden der Managementforschung des Instituts für Unternehmensführung und Organisation, an.



## 5.2 Stärken qualitativer Forschungsmethoden

Die Stärken qualitativer Forschungsmethoden liegen im besonderen in jenen Segmenten, in denen mengenmäßig Operationen an ihre Limits auftreffen. Angesichts der unverhüllten, unstrukturierten Prozedur sind qualitative Ansätze maßgeblich anpassungsfähiger als quantitative<sup>65</sup> und offerieren eine große Anwendungsbreite.<sup>66</sup> Im Prozess der Evaluation können Varianten durchgeführt und der Blickpunkt migriert werden, welches eine adäquate Gegenwirkung auf unvermittelte, originelle Erkenntnisse oder die Beachtung von Änderungen sowie die Analyse dynamischer Prozesse begünstigt.<sup>67</sup> Das induktive Konzept in der interpretierenden Wissenschaft eignet sich damit zum explorativen Ausarbeiten und zur Kenntniserlangung von „Neuem“.<sup>68</sup> Da qualitative Operationen einen marginalen Abstraktionsgrad innehaben und Fakten weniger stark reduziert werden, ist qualitatives Material detaillierter und „opulenter“.<sup>69</sup> Qualitative Herangehensweisen erhärten sich dadurch als nutzbringend bei der Deskription diffiziler Phänomene oder bei besonders tiefgründigen Untersuchungen einer begrenzten Quantität von Untersuchungsgegenständen.<sup>70</sup> Die Intimität zum Forschungssubjekt sowie die Einnahme dessen Standpunktes bzw. Anschauungsweise ermöglichen es die Beweggründe und Intentionen der Menschen zu „überblicken“.<sup>71</sup>

## 5.3 Stärken quantitativer Forschungsmethoden

Zu den Stärken der mengenmäßigen Methodik zählen die überschaubare, strukturierte, numerische Erklärung über Zahlenwerten bisweilen unübersichtlicher

---

<sup>65</sup> Vgl. *Polit, D. F. / Beck, T. C.* (2004), S. 274.

<sup>66</sup> Vgl. *Punch, K. F.* (2005), S. 238.

<sup>67</sup> Vgl. *Johnson, R. B. / Onwuegbuzie, A. J.* (2004), S. 20; *Bamberger, M.* (2000), S. 147.

<sup>68</sup> Vgl. *Erzberger, C.* (1998), S. 67; *Lamnek, S.* (2005), S. 27.

<sup>69</sup> Vgl. *Bortz, J. / Döring, N.* (2006), S.296.

<sup>70</sup> Vgl. *Johnson, R. B. / Onwuegbuzie, A. J.* (2004), S. 20.

<sup>71</sup> Vgl. *Punch, K. F.* (2005), S. 238.

Gegebenheiten und die für die Untersuchung handhabbare Wiedergabe als auch die Beschaffenheit gegenwärtigen Wissens.<sup>72</sup> Bekanntlich offerieren quantitative Prozeduren die Gelegenheit, akkurate und fragile Messungen vorzunehmen.<sup>73</sup> Darüber hinaus können sie bei der Förderung von Informationen, die quantitative Prädiktion ermöglichen, vorteilhaft sein.<sup>74</sup> Angesichts des Abstraktionsgrades quantitativer Fakten und der Informationsreduktion können diese auf ein zahlenmäßig weites Fundament aufgebaut werden.<sup>75</sup> Erfolgt dieses in Gestalt von Zufallsstichproben, ist eine Induktion der Forschungsergebnisse auf die passende Grundgesamtheit unter Einsatz statistischer Auswertungsmethoden ausführbar.<sup>76</sup> Durch die arrangierte und normierte Verfahrensweise sind adäquate quantitative Daten korrespondierend<sup>77</sup> und generell relativ primitiv zu reproduzieren.<sup>78</sup> Ursache-Wirkungs-Beziehungen können anhand Variabilisierung solide diagnostiziert und inspiziert werden,<sup>79</sup> da diese Modi die Reduktion von Störvariablen möglich machen.<sup>80</sup> Aus diesem Motiv heraus, erfordert die quantitative Methodik Abstand zwischen dem Wissenschaftler und den Untersuchungsobjekten, um an Unvoreingenommenheit zu gewinnen, welches abermals die strukturierte Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit der Folgeerscheinungen potenzieren soll.<sup>81</sup>

---

<sup>72</sup> Vgl. *Hartmann, H.* (1970), S. 105.

<sup>73</sup> Vgl. *Bryman, A.* (2004), S. 66, 76; *Polit, D. F. / Beck, T. C.* (2004), S. 273.

<sup>74</sup> Vgl. *Johnson, R. B. / Onwuegbuzie, A. J.* (2004), S. 19.

<sup>75</sup> Vgl. *Brosius, H.-B. / Koschel, F./Haas, A.* (2008), S. 19.

<sup>76</sup> Vgl. *Onwuegbuzie, A. J. / Jiao, Q. G. / Collins K M. T.* (2007), S. 214; Vgl. *Grossnickle* (2001), S. 86.

<sup>77</sup> Vgl. *Seipel, C./Rieker, R.* (2003) , S. 168

<sup>78</sup> Vgl. *Grossnickle, J. / Raskin, R.* (2001), S. 87.

<sup>79</sup> Vgl. *Onwuegbuzie, A. J. / Jiao, Q. G. / Collins K M. T.* (2007), S. 214.

<sup>80</sup> Vgl. *Treumann, K.* (1986), S. 199.

<sup>81</sup> Vgl. *Punch, K. F.* (2005), S. 238.

### 5.3.1 Kritische Diskussion zu den Forschungsmethoden

In Bezug auf die Stärken und Schwächen empfiehlt sich die Anwendung interpretierender Forschungsmethoden speziell in Gegenstandsbereichen, die bislang nur bedingt exploriert sind und über die marginale Fakten zur Verfügung stehen.<sup>82</sup> Mit ihrer Unterstützung ist die Disposition detaillierter, innovativer Einsichten hinsichtlich des Forschungsgebiets realisierbar. Darauf aufbauend konzidiert die Methodologie die Verwirklichung eines in diesem Gegenstandsbereich bis dato keineswegs hinlänglich dezidierten a priori Forschungsmodells, welches als Fundament für mengenmäßig überprüfbare Hypothesen von Rekognoszierungen herangezogen werden kann.<sup>83</sup>

An dieser Stelle bleibt zudem zu konstatieren, dass in der Forschungspraxis der stilisierte Dualismus zwischen den betrachteten Ansätzen sukzessive einem ergänzenden „Nebeneinander“ bzw. einem integrierten Methodenverbund (Triangulation und/oder Inhaltsanalyse (engl. *content analysis*)) weicht. Diese pragmatische Verwendung von Erhebungs- und Auswertungstechniken ist mit Blick auf die möglichen Erkenntnisgewinne eindeutig zu begrüßen, da so ein noch umfassenderes Bild der sozialen Realitäten als Basis für eine fundierte Paraphrase vor dem Kontext der Gütekriterien Gültigkeit (Validität), Generalisierbarkeit (Repräsentanz), Intersubjektivität (Objektivität), Genauigkeit (Reliabilität) und des Realitätsgehaltes entworfen werden kann. Abbildung 7 verdeutlicht die Zusammenhänge:

---

<sup>82</sup> Vgl. Brosius, H.-B. / Koschel, F. / Haas, A. (2008), S. 20.

<sup>83</sup> Vgl. Popper, K. R. / Pies, I. / Leschke, M. (1999), S. 8f.; Popper, K. R. (1989), S. 7ff.

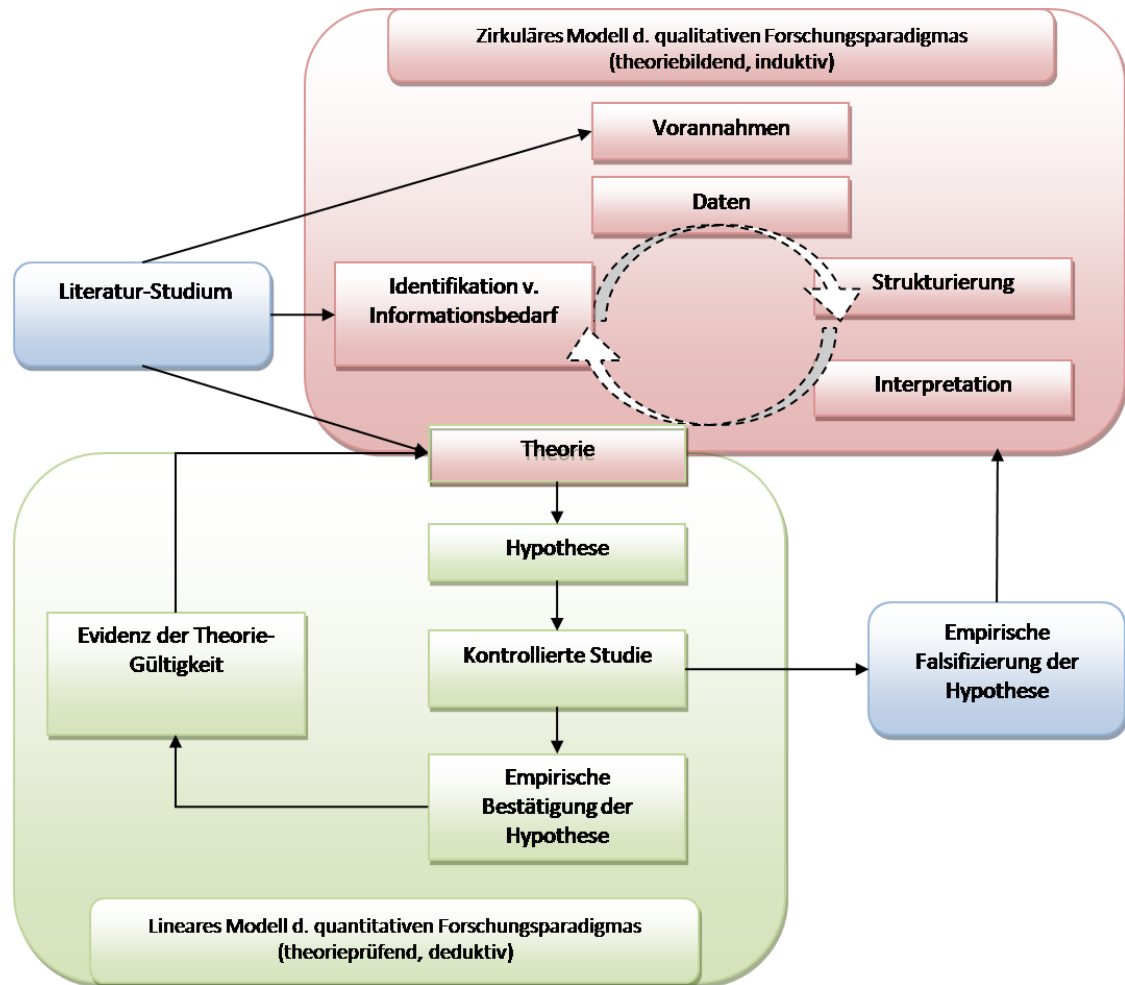


Abbildung 9: Triangulation: Vereinigung von qualitativer und quantitativer Methodik.

Quelle: Eigene Darstellung.

## 5.4 Qualitätskriterien für die Forschung

Neben der Kritik zur aktuellen Forschung empfehlen Experten der Sozialwissenschaften gewisse Qualitätskriterien im typischen Research Process von Beginn an zu berücksichtigen. Die Kriterien sollen hier kurz aufgelistet werden:

- Die definitorische Exaktheit und Präzision von Grundlagen sollte eingehalten werden.

- Die verwendeten Begriffe und Aussagen in der Niederschrift erfordert eine intersubjektive Eindeutigkeit.
- Bei der Anwendung von Aussagen und Begrifflichkeiten sind die Kriterien Subjektunabhängigkeit und Objektivität zwingend erforderlich.
- Basiert die Erforschung auf Beobachtungen sowie Messungen und generiert empirische Daten, so müssen diese Daten reliabel und zuverlässig sein.
- Aussagen und Aussagesysteme bzw. Modelle sollten von einer logischen Konsistenz sein.
- Realitätsbezogene Grundsätze müssen einer empirischen Überprüfung standhalten.
- Der Bestätigungsgrad von Aussagen und Implikationen ist höchst relevant.
- Identische Situationen und Personen sollten zur Repräsentanz der Behauptungen führen.
- Die Validität und Legitimität sowie die Gewissheit erprobter Ausführungen ist zwingend erforderlich.
- Zudem sollte die Ästhetik, Ökonomie, Verständlichkeit und Einfachheit bei der Herleitung von Theorien bevorzugt werden.
- Darüber hinaus sind die Systemhaftigkeit der Aussagen und die anschließende Theorieintegration von besonderer Bedeutung.<sup>84</sup>

---

<sup>84</sup> Vgl. *Stelzer, D.* (2008), S. 18f.

Wie festzustellen ist, sind in der Forschung vielfältige, auch psychologische, politische und sozialwissenschaftliche Elemente zu berücksichtigen. Aus diesem Grund ist die Wahl der richtigen Forschungsmethode schwierig und wird im nächsten Gliederungspunkt kurz einer zusammenfassenden Diskussion unterzogen.

### 5.5 Zusammenfassende Erörterung zur Selektion der „richtigen“ Forschungsmethode

Vor dem Gesamtkontext der Arbeit gilt es zu resümieren, dass die Verwendungsmöglichkeiten der andersgearteten Forschungsdesigns stark von situativen Gesichtspunkten des Forschungsvorhabens und Untersuchungsgebiets abhängen. So sind sowohl quantitative als auch qualitative Praktiken aufgrund ihrer individuellen Wirkungsfähigkeiten in ungleichen Bereichen de facto verwendbar und liefern je nach speziellem Anwendungsgebiet sinnvolle Informationen unterschiedlicher Art. Die Wahl der „richtigen“ und angemessenen Forschungsmethode hängt deshalb davon ab, ob die präferierte Methode der akademischen Problemstellung objektiv gerecht wird, weshalb jeder wissenschaftlichen Arbeit eine inhaltliche präventive Detailanalyse voranzustellen ist.

## 6 Fazit

*„Während für einen behavioristisch ausgerichteten Forscher auch eine Widerlegung von Hypothesen ein spannendes Ergebnis sein kann, ist eine nutzlose Software in der Regel uninteressant. Deshalb verwundert es mich nicht, dass amerikanische Kollegen derzeit zwar viel über die Notwendigkeit von*

*designorientierter Forschung diskutieren, es aber nicht umsetzen. Es lohnt sich nicht in deren Anreizsystem.*<sup>85</sup>

Die deutsche Wirtschaftsinformatik steht deutlich unter Druck. Unabhängig von der realen Qualität genießen deutschsprachige Publikationen international eher den Ruf der Zweitklassigkeit. Abgesehen von der andersgearteten Methodologie, die zudem erst in den letzten Jahren einer Konkretisierung unterlag (siehe Wilde und Hess), leidet das Selbstbildnis der durchaus sehr nützlichen deutschen und vielfach prototyporientierten Disziplin unter der mangelnden Internationalisierung. Der Grad zwischen nationalem Selbstverständnis und internationaler Öffnung der historisch gewachsenen Ordnung ist dabei sehr schmal und führt ohne Hinweis auf eine eigene Differenzierung von internationalen Methoden der Forschung zur sicherlich ungewollten Selbstkanibalisierung. Dies sieht auch Mertens so.

Daraus ergibt sich die Forderung einer Klarstellung, inwieweit die deutsche Wirtschaftsinformatik ihre Methodenverwendung und Ergebnispräsentation auch nach „außen“ hin mit entsprechendem Mut weiter vertreten sollte. Denn nicht jede anders geartete Forschung ist im Vergleich zur angelsächsisch geprägten Wissenschaft zweitklassig. Ergo muss auch die internationale Forschungsgemeinschaft auf die Stärken der heimischen Wirtschaftsinformatik aufmerksam gemacht werden und sich weiter öffnen.

Denn die Wirtschaftsinformatikforschung ist aus Sicht der amerikanischen IS-Forschung durchaus interessant, weil sie im Unterschied zur Mehrheit der Amerikaner designorientiert arbeitet und damit aus Perspektive der Praxis bedeutsam ist. Die deutsche Wirtschaftsinformatikforschung will in der Tradition der deutschen Betriebswirtschaftslehre Probleme lösen. Heinrich (2005) nennt sie deshalb nicht eine Wissenschaft, sondern eine „Kunstlehre“. Sie tut das in der Mehrheit durch einen konstruktiven Ansatz, indem Prototypen oder soziotechnische Systeme entworfen werden.

---

<sup>85</sup> Vgl. Schwabe, G. (2008), o. S.

Wenn sich die internationale Forschung der designorientierten Wissenschaft, wie sie hierzulande präferiert wird, entsprechend weiter öffnet, so ist auch damit zu rechnen, dass die besten Publikationen der Wirtschaftsinformatik noch vor uns liegen, da auch die nachwachsende Wissenschaftlergeneration die Ausrichtung auf internationale Publikationen zunehmend internalisiert. Es entsteht also eine Art „Dopplereffekt“. Solange sich beide Wissenschaftszweige einander nähern, vielleicht sogar ineinander diffundieren, so ist die Wahrnehmung höher als im Stillstand. Wenn sich beide Disziplinen jedoch voneinander entfernen, so ist damit zu rechnen, dass die Wahrnehmung beider darunter leidet.

Hinzu kommt, dass die Forschung innerhalb der Wirtschaftsinformatik insgesamt einer qualitativ hochwertigeren Verwendung geeigneter Forschungsinstrumente unterliegt. Dies wird deutlich durch neue Ansätze, welche die Stärken der einzelnen bestehenden Methoden und der Amerikanischen Information Systems Research sowie deutschen Wirtschaftsinformatik miteinander vereinen, entwickelt. Die Verwendung des Modells der Triangulation ist dabei nur ein ausgewähltes Beispiel. Die designorientierte Wirtschaftsinformatik kann in sofern durch den behavioristischen Ansatz bereichert werden, als dass ein Nachweis des Nutzens eines geschaffenen IT-Artefaktes auf Basis anerkannter (empirischer) Methoden geführt wird.

Das vorliegende Schriftstück hat zudem gezeigt, dass die von Mertens erhobenen Vorwürfe zur Methodenwahl und –verwendung innerhalb der Wirtschaftsinformatik auch aus den obigen Gründen durchaus berechtigt sind. Dies ist vor allem auf die Aspekte der mangelhaften kumulativen Forschung und der übertriebenen Selbstaufopferung hin zur starken Amerikanisierung der wissenschaftlichen Disziplin zurückzuführen. Entsprechend können seine Argumente in der allgemeinen Diskussion zur Wirtschaftsinformatik sinnvoll verortet werden. Es ist allerdings zu differenzieren. So sieht Mertens zum einen die unsaubere Methodenwahl als kritisch an und zum anderen die mangelnde Selbstdarstellung der Disziplin im Bezug auf ihre eigentliche ingenieurswissenschaftliche Herkunft.



Seiner Meinung nach sollte die Teildisziplin Operations Research einen höheren Stellenwert innerhalb der Wirtschaftsinformatik genießen, da er hier vor allem auch die Chance sieht, sich von internationalen Schwerpunkten zu emanzipieren.

Geachtet der bisherigen Erkenntnisse nimmt Mertens somit eine teilweise gesonderte Position ein. Zum einen sieht er ähnlich wie viele andere deutsche Wissenschaftler einen Bedarf saubererer Forschung mit einem Fokus auf die sinnhafte Verwendung der existierenden Methoden. Darüber hinaus fordert er die stärkere Einbindung existierender Grundlagenforschung. Auf der anderen Seite jedoch sieht er die deutsche Wirtschaftsinformatik durch die Internationalisierung und „Verdenglischung“ durchaus in Gefahr und wünscht sich eine Art Separationspfad. Mit anderen Worten eine Rückbesinnung auf ureigenste Stärken und Kompetenzen dieser Disziplin.

*„Die Evaluation der Artefakte muss rigoroser geschehen, als dies in der Vergangenheit häufig der Fall war.“<sup>86</sup>*

---

<sup>86</sup> Becker, J. (o. Jahr), o. S.

## **Literaturverzeichnis**

### **Bamberger, M. (2000):**

Lessons Learned and Guidelines for the Use of Integrated Approaches; in: Bamberger, M. (Ed.), Integrating Quantitative and Qualitative Research in Development Projects, Washington 2000.

### **Becker, J. (2008):**

Ein Plädoyer für die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik in: Quo vadis Wirtschaftsinformatik, Wiesbaden, S. 3-21.

### **Becker, J. / Holten, R. / Knackstedt, R. / Niehaves, B. (2003):**

Forschungsmethodische Positionierung in der Wirtschaftsinformatik – epistemologische, ontologische und linguistische Leitfragen, Arbeitsbericht Nr. 93, Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

### **Bortz, J. / Döring, N. (2005):**

Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, 3., überarb. Auflage, Heidelberg 2005.

### **Brosius, H.-B. / Koschel, F. (2001):**

Methoden der empirischen Kommunikationsforschung. Eine Einführung. Wiesbaden 2001.

### **Bryman, A. (2004):**

Social Research Methods, 2nd edition, Oxford [o. a.] 2004.

### **Chmielewicz (1994):**

Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaft, 3. Auflage. Stuttgart.

**Erzberger, C. (1998):**

Zahlen und Wörter: Die Verbindung quantitativer und qualitativer Daten und Methoden im Forschungsprozess, Weinheim 1998.

**Fischer, J. (2008):**

Wirtschaftsinformatik – für ewig?, in: Quo vadis Wirtschaftsinformatik, Wiesbaden, S. 23-35.

**Frank, U. (2008):**

Herausforderungen der Wirtschaftsinformatik in Zeiten des Wandels, in: Quo vadis Wirtschaftsinformatik, Wiesbaden, S. 37-56.

**Grossnickle, J. / Raskin, R. (2001):**

The Handbook of Online Marketing Research: Knowing Your Customer Using the Net, New York 2000.

**Hartmann, H. (1970):**

Empirische Sozialforschung: Probleme und Entwicklungen, München 1970.

**Heinze, T. (1995):**

Qualitative Sozialforschung. Erfahrungen, Probleme und Perspektiven, 3., überarb. und erw. Aufl., Opladen 1995.

**Heinze, T. (2001):**

Qualitative Sozialforschung, Einführung, Methodologie und Forschungspraxis, München 2001.

**Herrmann (1999):**

Herrmann, T. (1999): Methoden als Problemlösungsmittel, in: Roth, E./Holling, H. (Hrsg.): Sozialwissenschaftliche Methoden: Lehr- und Handbuch für Forschung und Praxis, Oldenbourg, S. 20-48.

**Hess, T. / Wilde, H. (2008):**

Potential experimenteller Forschung in der Wirtschaftsinformatik, in: Quo vadis Wirtschaftsinformatik, Wiesbaden, S. 57-82.

**Johnson, R. B. / Onwuegbuzie, A. J. (2004):**

Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come; in: Educational Researcher, Vol. 33, 2004, No. 7, pp. 14-26.

**Kleining, G. (1995):**

Lehrbuch entdeckende Sozialforschung. Band I: Von der Hermeneutik zur qualitativen Heuristik, Weinheim 1995.

**Koch, J. (1997):**

Marktforschung - Begriffe und Methoden, München 1997.

**König, W. / Heinzl, A. / Rumpf, M. / von Poblitzki, A. (1996):**

Zur Entwicklung der Forschungsmethoden und Theoriekerne der Wirtschaftsinformatik in den nächsten zehn Jahren. Eine kombinierte Delphi- und AHP-Untersuchung, in: Heilmann, H. (Hrsg.): Information Engineering, München u.a., S. 35-66.

**Kurbel, K. (2008):**

Internationalisierung der Wirtschaftsinformatik, in: Quo vadis Wirtschaftsinformatik, Wiesbaden, S. 83-94.

**Lamnek, S. (2005):**

Qualitative Sozialforschung, 4., vollst. überarb. Aufl., Weinheim 2005.

**Lange, C. (2006):**

Entwicklung und Stand der Disziplinen Wirtschaftsinformatik und Informations Systems, ICB Research Report Nr. 4, Universität Duisburg-Essen.

**Mayring, P. (1993):**

Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken, Weinheim 1993.

**Mertens, P. (2004):**

Zufriedenheit ist die Feindin des Fortschritts – ein Blick auf das Fach Wirtschaftsinformatik, Arbeitspapier 4/2004 Wirtschaftsinformatik 1 der Universität Erlangen – Nürnberg, 2004.

**Mertens, P. (2005):**

Gefahren für die Wirtschaftsinformatik – Risikoanalyse eines Faches, Arbeitsbericht 1/2005 des Bereiches Wirtschaftsinformatik I, Universität Erlangen-Nürnberg.

**Onwuegbuzie, A. J. / Jiao, Q. G. / Collins K M. T. (2007):**

Mixed Methods Research: A new Direction for the Study of Stress an Coping; in: Gates, G. S. (Ed.), Emerging Thought and Research on Student, Teacher, and Administrator Stress and Coping, Charlotte 2007, pp. 211-240

**Pankalla, L. / Klages, M. / Kuhlmann, A. (2008):**

Auswahl der richtigen Forschungsmethode: Potentiale und Grenzen qualitativer und quantitativer Forschungsmethoden, Hausarbeit zum Promotionskurs „Methoden der Managementforschung“, Hannover 2008.

**Polit, D. F. / Beck, T. C. (2004):**

Nursing Research: principles and Methods, 7th edition, Philadelphia 2004.

**Popper, K. R. (1989):**

Logik der Forschung, 9. Auflage, Tübingen 1989.

**Popper, K. R. / Pies, I. / Leschke, M. (1999):**

Karl Poppers kritischer Rationalismus, Gummersbach 1999.

**Punch, K. F. (2005):**

Introduction to Social Research: Quantitative and Qualitative Approaches, 2nd edition, London 2005.

**Schnell, R. / Hill, P. / Esser, E. (2005):**

Methoden der empirischen Sozialforschung, 7. völlig überarbeitete und erweiterte Auflage, München 2005.

**Schwabe, G. (2008):**

Designorientierung in der Wirtschaftsinformatik, in: Quo vadis Wirtschaftsinformatik, Wiesbaden, S. 147-162.

**Seipel, C. / Rieker, P. (2003):**

Integrative Sozialforschung – Konzepte und Methoden der qualitativen und quantitativen empirischen Forschung, Weinheim 2003.

**Treumann, K. (1986):**

Zum Verhältnis von qualitativer und quantitativer Forschung. Mit einem Ausblick auf neuere Jugendstudien, in: Heitmeyer, W. (Hrsg.): Interdisziplinäre Jugendforschung. Weinheim 1986, S.199-211.

**Wilde, T. / Hess, T. (2007):**

Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Untersuchung, in: Wirtschaftsinformatik, 49. Jg, Nr. 4, S. 280-287.

---

**A4**

---

**IT-gestütztes Management von Drittmitteln im Rahmen des Forschungsmanagements  
an deutschen Hochschulen<sup>329</sup>**

---

**Autoren:** Britta Ebeling, Marc Klages, Michael H. Breitner

Zur Veröffentlichung bei der 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e. V. 2011, Berlin im Track „Hochschule 2020: IT-Infrastruktur, Organisationsformen und Inhalte“ angenommen.

**Abstrakt:** Das Management von Forschungs Drittmitteln wird im Kontext stetig wachsenden Volumens ein zunehmend wichtiger Globalprozess an Hochschulen. Mit steigender Anzahl unterschiedlicher Geldgeber wächst die Vielfalt der auferlegten Restriktionen zur nachweisbaren Mittelverwendung. Zur Gewährleistung der konformen und optimalen Mittelausschöpfung ist eine angemessene IT-Unterstützung der betreffenden Prozesse notwendig. Verschiedene Nutzer haben jedoch je nach Einordnung in die Organisationsebenen unterschiedliche Anforderungen an eine solche Software. Institute benötigen häufig eine Unterstützung, die über die bisher übliche Kennzahlenüberwachung der zentralen Hochschulverwaltung (Hochschul-Controlling) hinausgeht. Darüber hinaus ist die alleinige Betrachtung von Forschungsprojekten häufig nicht ausreichend und der Einbezug angrenzender Prozesse sinnvoll. In diesem Kontext wird eine einheitliche Erweiterung vorhandener Hochschulverwaltungssoftware als zielführend angesehen, um das Drittmittelmanagement (DM) mit unterschiedlichen Nutzersichten zu unterstützen. Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird zunächst die sich aus der Problemstellung ergebende Forschungsfrage herausgearbeitet. Anschließend werden Ergebnisse einer explorativen Expertenbefragung sowie einer spezifisch ausgewählten Fallstudie vorgestellt und zu Hypothesen aggregiert. Diese teils qualitativen, teils quantitativen Ergebnisse dienen als Basis für ein Software-Artefakt (Prototyp). Resultierende Erkenntnisse und Her-

---

<sup>329</sup> Ebeling et al. (2011). Quelle: <http://www.user.tu-berlin.de/komm/CD/paper/090613.pdf>.

ausforderungen an die IT-Unterstützung des DM werden abschließend diskutiert und in Handlungsempfehlungen überführt.



# **IT-gestütztes Management von Drittmitteln im Rahmen des Forschungsmanagements an deutschen Hochschulen**

Britta Ebeling, Marc Klages, Michael H. Breitner

Institut für Wirtschaftsinformatik  
Leibniz Universität Hannover  
Königsworther Platz 1  
30167 Hannover  
ebeling@iwi.uni-hannover.de  
klages@iwi.uni-hannover.de  
breitner@iwi.uni-hannover.de

**Abstract:** Das Management von Drittmitteln im Rahmen des Forschungsmanagements an deutschen Hochschulen hat sich aufgrund des stetig wachsenden Volumens zu einem wichtigen Globalprozess entwickelt. Mit steigender Anzahl unterschiedlicher Geldgeber wächst z. B. die Vielfalt der auferlegten Restriktionen zur nachweisbaren Mittelverwendung. Zur Gewährleistung der konformen und optimalen Mittelausschöpfung ist eine angemessene IT-Unterstützung der betreffenden Prozesse notwendig. Verschiedene Nutzer haben jedoch je nach Einordnung in die Organisationsebenen und Rollenzugehörigkeit unterschiedliche Anforderungen an eine solche Software. Institute benötigen beispielsweise häufig eine Unterstützung, die über die bisher übliche Kennzahlenüberwachung der zentralen Hochschulverwaltung hinausgeht (Hochschul-Controlling). Des Weiteren ist die isolierte Betrachtung von Forschungsprojekten häufig nicht ausreichend und der Einbezug angrenzender Prozesse notwendig. Daher wird eine einheitliche Erweiterung vorhandener Hochschulverwaltungssoftware als zielführend angesehen, um das Drittmittelmanagement (DM) mit unterschiedlichen Nutzersichten zu unterstützen. Im Folgenden wird zunächst die sich aus der Problemstellung ergebende Forschungsfrage herausgearbeitet. Anschließend werden Ergebnisse und Erkenntnisse einer explorativen Expertenbefragung mit Fokus auf die zentrale Verwaltungsebene sowie einer spezifisch ausgewählten Fallstudie mit Fokus auf Institutsebene vorgestellt. Aus den teils qualitativen, teils quantitativen Ergebnissen werden unter Berücksichtigung typischen Vorgaben der Geldgeber Anforderungen abgeleitet, die als Basis für ein Software-Artefakt (Prototyp) dienen. Resultierende Erkenntnisse und Herausforderungen an die IT-Unterstützung des DM werden abschließend diskutiert und in Handlungsempfehlungen sowie –strategien überführt.

## 1 Herausforderungen für das Management von Drittmitteln

Gegenwärtig unterliegt die Finanzierung von wissenschaftlicher Forschung im deutschen Hochschulsystem einer grundlegenden Wandlung [Wi06]. Die Grundmittelversorgung durch die Länder reicht häufig nur noch zur Sicherung des allgemeinen Lehrbetriebs aus, da sie nicht im Verhältnis zu den Kosten angestiegen ist [St09]. Durch zunehmende Globalisierung und Öffnung des europäischen Forschungsraums ist jedoch gleichzeitig der finanzielle Druck auf die deutschen Hochschulen gestiegen, um weiterhin auf einem konkurrenzfähigen Niveau wissenschaftliche Forschung betreiben zu können. Für die nachhaltige Finanzierung ist daher eine verstärkte Generierung von Drittmitteln oft unerlässlich geworden. Gemäß Definition des Statistischen Bundesamts sind dies *„solche Mittel, die zur Förderung von Forschung und Entwicklung sowie des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Lehre zusätzlich zum regulären Haushalt (Grundausrüstung) von öffentlichen und privaten Stellen eingeworben werden.“* [St10]

In diesem Beitrag liegt der Betrachtungsschwerpunkt auf dem Management von Drittmitteln aus Forschungsprojekten. Der Großteil aller eingeworbenen Forschungsdrittmittel stammt in Deutschland aus staatlichen Fördergesellschaften, wie beispielsweise der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie der Europäischen Union (EU) [Be09]. Einen weiteren großen Anteil machen Mittel von Industrie und Wirtschaft oder von Stiftungen aus. Spendengelder spielen in der deutschen Drittmittellandschaft bisher eine untergeordnete Rolle, zukünftig wird aber auch im Fundraising mit Steigerungen gerechnet [Gi07]. Zu beachten ist jedoch der zum Teil beträchtliche Unterschied zwischen Volumen, Zusammensetzung und Bedeutung der Drittmitteleinnahmen verschiedener deutscher Hochschulformen und Fachbereiche [DFG09]. Durchschnittlich bestehen die verfügbaren Finanzmittel deutscher Hochschulen heute bereits zu über einem Fünftel aus Drittmitteln, an einigen Fakultäten sogar zu annähernd 50% [St09]. Zudem wurden für Hochschulen weitere Anreize zur vermehrten Akquise etabliert [Wi06], wie beispielsweise die Verknüpfung der Höhe eingeworbener Drittmittel mit der Vergabe leistungsorientierter Mittel [LO04] oder als Bewertungsindikator von renommierten Hochschulrankings [Be09], [DFG09].

Vor diesem Kontext ist in den nächsten Jahren von einem weiterhin steigenden Drittmittelanteil sowie dem damit verbundenen Akquise- und Verwaltungsaufwand auszugehen. Um eine sachgemäße Mittelverwendung sicherzustellen werden die Bewilligungen von den Geldgebern an viele zum Teil sehr unterschiedliche Anforderungen an detaillierte Verwendungstransparenz und nachweisbare Leistungsqualität geknüpft. Beispielsweise werden abweichende Restriktionen für Verwendungszwecke, Verwendungszeiträume, Gegenfinanzierungen, Fristen für Mittelabrufe oder Verwendungsnachweise zur Zielerreichung unterschiedlich festgelegt. Bereits bei der Mittelbeantragung sind diese Vorgaben bis ins Detail zu beachten und im späteren Management unbedingt einzuhalten. Dies erfordert oft eine kontinuierliche Überwachung und somit einen deutlich erhöhten Verwaltungsaufwand. Mit zunehmender Anzahl verschiedener Drittmittelgeldgeber und den damit verbundenen unterschiedlichen zeitlichen und inhaltlichen Restriktionen verstärkt sich der Verwaltungsaufwand zusätzlich.

Eine weitere Herausforderung stellt neben hemmenden öffentlichen Verwaltungsvorschriften der Hochschulen der Zwang zur stichtaggebundenen Mittelausschöpfung dar. Insbesondere auf Institutsebene muss nicht nur eine optimale Ausschöpfung der Grundmittelversorgung, sondern ebenso aller Drittmittelprojekte erreicht werden. Die damit einhergehende permanente Gratwanderung zur Vermeidung von Kostenüber- und -unterdeckung ist lediglich durch zweckungebundene Mittel auszugleichen, wie bspw. leistungsorientierte Mittel oder Spenden, welche jedoch ursprünglich nicht für den Kostenausgleich bestimmt sind. Hierdurch können die Institute in ein Spannungsfeld zwischen politischen und wirtschaftlichen Interessen geraten. Die politisch angestrebte strikte Bindung der meisten verfügbaren Mittel an feste Verwendungszwecke steht mit einer wirtschaftlich angestrebten effizienten Mittelverteilung und -ausschöpfung nicht selten im Konflikt. Diese geschilderten, bereits seit Jahren bekannten Hemmnisse haben zwar vereinzelt Vereinfachungen und Vereinheitlichungen induziert, die zentralen Herausforderungen von Drittmittelakquise und -management sind jedoch bis heute existent [Wi06]. Im Rahmen des Drittmittelmultiprojektmanagements fallen somit Tätigkeiten an, die angesichts stagnierender Hochschulressourcen und fortschreitender technischer Möglichkeiten zunehmend IT-gestützt durchgeführt werden müssen [CMG05]. Daher stellt die softwarebasierte Simplifizierung insbesondere von Beantragung, Verwaltung, Staffing und Berichterstattung für die zukünftige Entwicklung deutscher Hochschulen eine grundlegende Herausforderung mit hoher Praxisrelevanz dar, der die bisher vorhandene Software jedoch nur in Ansätzen gerecht werden kann. Darüber hinaus sollte eine Software, die für sich den Anspruch der ganzheitlichen IT-Unterstützung des DM erhebt, auch die Möglichkeit einer kurzfristigen Mittelumverteilung zur Optimierung der Ressourcenallokation sowie zur Personalbestandssicherung berücksichtigen, wie sie beispielsweise zur Übergangsfinanzierung eines Mitarbeiters zwischen zwei Forschungsprojekten benötigt wird. Um dies leisten zu können, ist nicht nur die Abbildung der einzelnen Drittmittelprojekte im Sinne eines umfangreichen Multiprojektmanagements erforderlich, sondern darüber hinaus eine Berücksichtigung von Auswirkungen auf das Grundmittelbudget und weitere Einnahmequellen. Hierfür erscheint eine evolutionäre Optimierung der Software erforderlich, die speziell an den verschiedenen Mittelverwendungsrestriktionen und Anforderungen aller am DM Beteiligten ausgerichtet wird.

Ziel der im Folgenden vorgestellten Forschung ist es, die aktuelle Situation des DM an deutschen Hochschulen sowie Implikationen und Ansätze für Optimierungspotenziale der IT-Unterstützung zu untersuchen. Daraus resultieren die Forschungsfragen:

- Wie ist der Status Quo des DM?
- Wie sollte ein auf die Organisations- und Prozessstruktur von Hochschulen und Forschungstätigkeiten ausgerichtetes DM IT-seitig unterstützt sein?

Hierzu sind alle Beteiligten der Drittmittelverwaltung zu identifizieren sowie die relevanten Organisationsstrukturen und Prozesse zu analysieren. Die Entwicklung eines Artefakts, mit dem das IT-gestützte DM an deutschen Hochschulen effektiver und effizienter unterstützt werden kann, erlaubt die Ableitung von Erkenntnissen sowie Handlungsempfehlungen und -strategien.

## 2 Forschungsdesign

Grundlage der vorliegenden Untersuchung ist eine Mischung aus verschiedenen Methoden des qualitativ-empirischen Forschungsansatzes (explorative Expertenbefragung, Fallstudie) nach Meuser und Nagel [MN05], Huberman und Miles [HM94], Eisenhardt [Ei89] sowie Yin [Yi09] und des Design Science (Prozessmodellierung, Softwareartefakt) nach vom Brocke [VB06], Hevner et al. [He04] und Frank [Fr07]. Das zugrundeliegende multi-methodische Forschungsdesign [KD88] beginnt zunächst mit einem hier nicht näher dargestellten Literaturreview nach Fettke [Fe06]. Der Beitrag fokussiert die Ergebnispräsentation einer explorativen Expertenbefragung zur Evaluation der aktuellen Drittmittelverwaltungs- und IT-Unterstützungssituation an deutschen Hochschulen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf einem offenen, leitfaden-orientierten Experteninterview nach Meuser und Nagel „zur *Generierung bereichsspezifischer und objekttheoretischer Aussagen*“ [MN05]. Diese Methode findet vor allem in Explorationen mit überschaubaren Fallzahlen Verwendung. Die aus der stringenten Analyse hervorgehenden Forschungsergebnisse ermöglichen nicht nur die Ableitung von Erkenntnissen, sondern sind zugleich auch Prüfinstanz für die Geltungsreichweite des zugrundeliegenden theoretischen Erklärungsansatzes [Ma08], [MN05].

Parallel zur Umfrage beinhaltet das Forschungsdesign eine Fallstudie in Anlehnung an Eisenhardt [Ei89] und Yin [Yi09]. Neben dem Prozess zum Aufbau von Theorien durch Beobachtung, Dokumentation, Datenanalyse und iterativen acht Stufen des Erkenntnisgewinns zur Entwicklung nachhaltiger Hypothesen in Fallstudien nach Eisenhardt bieten die verwendeten Ansätze der konstruktionsorientierten Forschung Möglichkeiten zur modellbasierten Strukturierung der aus Umfrage und Fallstudie abgeleiteten Erkenntnisse. Dem Vorgehensmodell nach Becker et al. [BKN09] und dem Projektmanagementansatz nach Jenny in der Fallstudie zufolge [Je01] kann eine Modellierung wesentlicher Strukturen für die Evaluation hilfreich sein. Der konstruktionsorientierten Wirtschaftsinformatik weiter folgend bietet ein Artefakt in Form eines Prototypen die Gelegenheit, sowohl existierende Problemstellungen als auch Theorien durch die Erfahrung, die Kreativität und Intuition sowie Fähigkeit zur Problemlösung seitens des Forschers (aus Befragung und Fallstudie) zu überprüfen und zu modifizieren [He04], [Ös10]. Er dient vor dem Untersuchungskontext auch zur späteren sukzessiven Einbindung der Globalerkenntnisse in ein bestehendes Enterprise-Resource-Planning bzw. Campus-Management-System (ERP/CMS). Dies erfordert die Ergänzung der Fallstudienanalyse um die Entwicklung eines Strategie- und Ordnungsrahmens, eine Ist/Sollprozessmodellierung sowie –analyse und neben weiteren Punkten die Berücksichtigung der prozessorientierten Aufbauorganisation.

Die dem Forschungsdesign (vgl. Abbildung 1) zugrundeliegenden beiden Forschungsströmungen, sowohl „rigor“ als auch „relevance“ (im Sinne der angloamerikanischen und zentraleuropäischen Methodendiskussion zur engeren Verzahnung von Erklärungs- sowie Gestaltungsfunktion) [Ös10], lassen sich wie bei Kaplan und Duchon [KD88] als „mixed research“ gut miteinander kombinieren. Die Vorteile dieser Vorgehensweise liegen in der zyklischen Iteration der Teilergebnisse und einer langfristigen Validierung der Gesamtergebnisse über empirische Daten (in diesem Fall über die Befragung, die Fallstudie und den Prototypen), Interpretation und einen ständigen Optimierungsprozess.

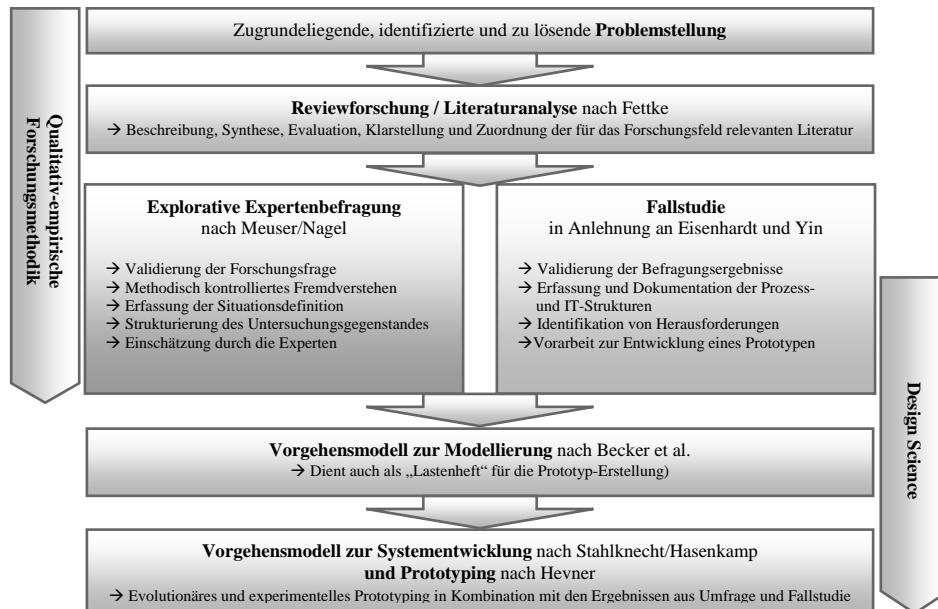


Abbildung 1: Forschungsdesign des vorliegenden Beitrags.

### 3 Umfrage an drittmittelstarken deutschen Universitäten

Zur Verifikation der Relevanz des Forschungsvorhabens wurde eine explorativ-qualitative Expertenbefragung durchgeführt. Ziel der Umfrage war ein erweiterter Erkenntnisgewinn und die Überprüfung, ob in der deutschen Hochschullandschaft ein Bedarf an Verbesserungen der IT-Unterstützung im DM besteht. Zur Identifikation geeigneter repräsentativer Experten im Sinne vom Meuser und Nagel [MN05] mit ausreichend Erfahrung in der Drittmittelverwaltung wurde die Grundgesamtheit aller in Deutschland staatlich anerkannten Hochschulen auf die 40 drittmittelstärksten Universitäten im Jahr 2009 begrenzt [CMG05]. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass der Anteil der eingeworbenen Drittmittel bei Fach-, Musik- und Kunsthochschulen im durchschnittlichen Vergleich deutlich unterhalb des Anteils bei Universitäten liegt [St09]. Zu den zum Zeitpunkt der dreimonatigen Untersuchung (2009/2010) anerkannten 113 Universitäten zählten zudem viele sehr kleine Universitäten, die kaum Drittmittel einwarben, weshalb bei diesen Gruppen nicht von einem relevanten Erfahrungswert ausgegangen werden konnte. Diese Menge kann u. a. in Bezug auf die spezifischen Merkmale „Größe und Standort“ dennoch als repräsentativ angesehen werden, da unterschiedliche Universitäten aus allen Bundesländern vertreten sind. Als Experten konnten Abteilungsleiter und Sachbearbeiter der zentralen Drittmittelabteilungen identifiziert werden, die sich in ihrer täglichen Arbeit mit den verwaltungstechnischen Abläufen rund um Drittmittelprojekte und Mittelbewirtschaftung befassen. Von den 40 identifizierten Experten nahmen 35 an der Umfrage teil. Dies entspricht einer Resonanzquote von 87,5%.

Die hohe Teilnehmerzahl spiegelt das große Interesse wider, das diesem Forschungsthema entgegengebracht wurde. Dies hoben zudem nahezu alle Experten explizit hervor. Die Ergebnisse wurden zusätzlich auf den Einfluss der Non-Response Rate hin überprüft und zeigten weder einen signifikanten Response- noch Non-Response-Bias. Analog zum Forschungsdesign konnten Aufbau und Ablauf der Befragung nach dem Vorgehen von Meuser und Nagel nachempfunden [MN05] und nach Mayring/Gläser und Laudel [Ma08], [GL09] kontextbezogen durch Inhaltsanalyse ausgewertet werden. Die auf rund 20 Minuten ausgelegten Befragungen wurden telefonisch durchgeführt, um eine Möglichkeit für Vertiefungen und Diskussionen zu bieten. Die Grundlage bildete ein Gesprächsleitfaden, der den Umfrageteilnehmern im Vorfeld zur Verfügung gestellt wurde. Er enthielt größtenteils offene Fragen zu den sechs Kategorien: Allgemeine Angaben zu Interviewpartner und Hochschule, Organisation der Drittmittelverwaltung, Vorhandene IT-Unterstützung, Zufriedenheit mit Organisation und IT-Unterstützung, Verbesserungspotentiale und Relevanzeinschätzung der Thematik.

Von den befragten Experten waren 26 in leitender Position des Drittmittelbereichs der zentralen Hochschulverwaltung tätig. Hinzu kamen 7 Sachbearbeiter und 2 Mitarbeiter in ähnlichen Positionen mit weitreichenden Kompetenzen. An 20 der befragten Universitäten wird eine kaufmännische Buchführung durchgeführt, 15 verwenden Kameralistik. Organisatorisch wird die Bewirtschaftung der Drittmittel an 14 der befragten Universitäten zentral und an 21 dezentral durchgeführt. Es konnte beobachtet werden, dass die Organisation der Universitäten mit geringem Drittmittelvolumen eher zentral und mit steigendem Volumen eher dezentral aufgestellt ist. Daher wird von einer vorwiegend zentralen Ausrichtung der nicht befragten Hochschulen ausgegangen. Als Grund wurde von den Befragten angegeben, dass *„mit zunehmender Projekt- und Geldgeberanzahl der resultierende Verwaltungsaufwand zentral nur mit enormer Personalaufstockung zu bewältigen wäre“*. Die Universitäten sehen es daher als effizienter an, zentral prüfende Berater für die Verwaltungsabläufe zu beschäftigen und die operative Bewirtschaftung an die Fakultäten und Institute abzugeben. Alle befragten Universitäten setzen Software der Firmen HIS GmbH, MACH AG oder SAP AG ein. Darüber hinaus gaben 22 Experten an, nebenbei Excel-Tabellen für zusätzliche Auswertungen und Berichte zu benutzen. 13 Universitäten entwickelten zusätzliche Access-Datenbanken, die hauptsächlich für Projektstammdaten, Forschungsdatenbanken und statistische Auswertungen verwendet werden. Von einigen dezentral organisierten Verwaltungen wurde die Vermutung geäußert, dass an den Instituten darüber hinaus noch weitere Excel-Listen gepflegt werden oder sogar eigene Zusatzsoftware verwendet wird.

Die Zufriedenheit der befragten Experten mit ihrer vorhandenen Softwareunterstützung teilt sich in etwa drei gleiche Teile auf. Etwas mehr als ein Drittel empfanden sich gut in ihrer täglichen Arbeit unterstützt. Das nächste Drittel beschrieb die Software als grundsätzlich akzeptabel, sah aber Verbesserungspotentiale in einzelnen Bereichen. Der Rest bemerkte eindeutigen Verbesserungsbedarf in der IT-Unterstützung. Verbesserungspotentiale sahen die Experten besonders in den Bereichen Verfügbarkeit von Projektstamm-/finanzdaten, internes Berichtswesen, Erstellung von statistischen Auswertungen und Verwendungsnachweisen sowie in Darstellung und Bedienbarkeit der Software. Die IT-Unterstützung der Drittmittelverwaltungsabläufe wurde von den meisten Experten als sehr relevant mit steigender Tendenz in den nächsten Jahren eingeschätzt.

Sowohl das große Interesse der befragten Experten als auch deren hohe Einschätzung der IT-Relevanz unterstützen die Annahme der Forschungsfrage, dass für den betrachteten Bereich weiterer Forschungsbedarf besteht. Aus der Auswertung der Umfrage geht hervor, dass die Verbesserungspotentiale nicht innerhalb der Kernfunktionen der eingesetzten (ERP-)Standardsoftware zu finden sind, wie bspw. Buchführung oder Personalwesen, sondern in deren Vernetzung. Laut den Experten entsteht der größte Zeit- und Informationsverlust durch die Aggregation von Daten, die zum Teil innerhalb der Software, aber auch außerhalb in den Verwaltungsstellen verteilt liegen. Eine detailliertere Analyse der zu verbessernden Funktionen und zu unterstützenden Prozesse erfolgt durch die Fallstudie und die Prototyp-Entwicklung.

## 4 Fallstudie

Die Herausforderungen der IT-Unterstützung des DM wurden fallspezifisch am Institut für Zell- und Molekularpathologie (IZMP) der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) untersucht, für das die Forschung einen wesentlichen Bestandteil darstellt. Aufgrund der langjährigen Erfahrung und vielfältigen Drittmittelgeberstruktur, zu der vor allem staatliche Fördergesellschaften und Stiftungen gehörten, sowie einer hohen intrinsischen Motivation eignete sich das IZMP zur Untersuchung der zu unterstützenden Prozesse und benötigten IT-Funktionen. Damit wurde den Kriterien einer systematischen Fallelektion und Festlegung der Rahmenbedingungen nach Yin, aber auch Eisenhardt im Hinblick auf die Forschungsfragen Rechnung getragen [Ei89], [Yi09]. Durchgeführt wurde die Fallstudie im Jahr 2009/2010 und beanspruchte ein Zeitfenster von etwa einem Jahr. Nach Aufnahme erster Prozesse, Zahlen und Daten entwickelte sich parallel zur Fallstudie frühzeitig ein Softwareentwicklungsprojekt. Aus diesem Grund wurde der Ablauf auf ein sukzessiv erweitertes Vorgehensmodell in interdisziplinärer Anlehnung an das Prozedere in Fallstudien, im Projektmanagement (PM), in der Systementwicklung (SE) und des Prototypings (PT) gestützt. Neben anderen basierte das Vorgehensmodell damit auf den Inhalten der Modellierungsmethoden nach Becker et al. [BKN09] sowie den „Phasen der Systementwicklung“ von Stahlknecht und Hasenkamp [SH05]. Abbildung 2 zeigt die Projektphasen, welche für die spezifischen Bedingungen der Fallstudie weiterentwickelt wurden, sowie den Anschluss an die Prototypentwicklung.

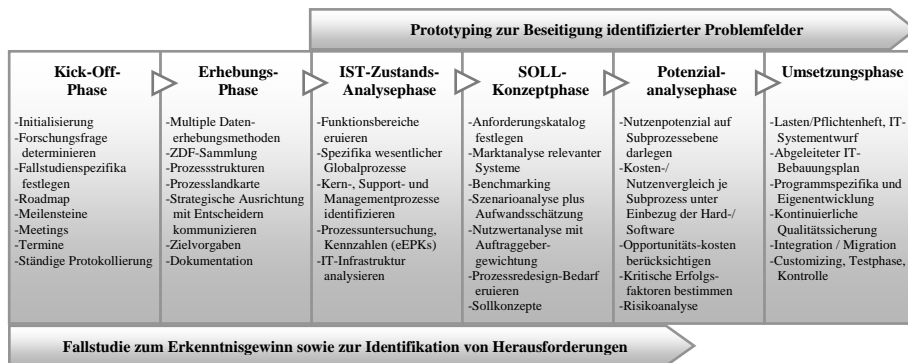


Abbildung 2: Fallspezifisches Vorgehen aufgeteilt in typische Phasen vom PM, SE und PT.

Als Ausgangsbasis der Erhebung wurde eine umfangreiche IST-Analyse der vorhandenen Strukturen durchgeführt und Kern- und DM-Prozesse unter Berücksichtigung aller Beteiligten sowie der eingesetzten IT modelliert. Die größte Herausforderung lag in der detaillierten Abbildung der komplexen Finanzierungsstruktur des IZMP. Trotz einer sehr dezentral orientierten Organisation der Drittmittelprojektverwaltung mit großem Gestaltungsfreiraum für das IZMP war in den Prozessen eine starke und stetig wiederkehrende Abhängigkeit von der rechtlichen Unterstützung der zentralen Verwaltung zu beobachten. Die IT-Unterstützung in diesem Umfeld erfolgte durch die vorhandene (ERP-)Standardsoftware sowie eine eigens für die MHH entwickelte Controlling-Software. Beide waren hauptsächlich auf die Anforderungen der zentralen Hochschulverwaltung zugeschnitten und für den dezentralen Bereich des IZMP nicht ausreichend abgestimmt. Besonders eine erforderliche Management-Cockpit-Funktion zur Entscheidungsunterstützung auf Institutsebene sowie die Bereiche der optimalen Mittelausschöpfung und des Staffings werden nicht adäquat unterstützt. Notwendige Daten wurden vom IZMP aus beiden Programmen sowie verschiedenen Aktenordnern in einer redundanten und inkonsistenten Sammlung an Papier- und Word-Dokumenten sowie mehreren nicht konsequent gepflegten selbsterstellten Excel-Listen zusammengeführt. Mit deren Hilfe konnte jedoch ein ausreichender und zeitnaher Überblick erzielt werden. Das Know-How konzentrierte sich in der Fallstudie allerdings auf eine einzelne Person im Institutssekretariat, die durch ihr Engagement stark zum Erfolg des Drittmittelprojektmanagements beitrug. Bereits durch die Beschäftigung mit dem Thema und das Überdenken der Strukturen erschlossen sich Ansätze für Verbesserungspotentiale (Prozesse, Aktivitäten, IT-Landschaft). Aus diesen wird in Kombination mit den durchgeführten Analysen ein Anforderungskatalog abgeleitet.

## **5 Ableitung von Anforderungen und Prototyp-Entwicklung**

In Anlehnung an die sechste Phase des Erkenntnisgewinns durch Fallstudien nach Eisenhardt [Ei89] und dem Ansatz zur Theorienbildung im „Design Science Research“ nach Gehlert et al. [Ge09] werden wesentliche Beobachtungen in Hypothesen überführt, worauf eine Ableitung von Anforderungen an die IT-Unterstützung des DM folgt. Hierfür werden auf Basis der allgemeinen Rahmenbedingungen die wesentlichen Erkenntnisse der Fallstudie auf Institutsebene sowie der Expertenbefragung auf Hochschulverwaltungsebene berücksichtigt. Bedingt durch die Dokumentation und Homogenität der Ergebnisse heterogener Erhebungen kann argumentiert werden, dass sie der Intersubjektivität, Verlässlichkeit und Reliabilität entsprechen [Yi09]. Neben den in Kapitel 1 erläuterten typischen Herausforderungen im DM lassen sich besondere Bedürfnisse der dezentralen Institutsverwaltung identifizieren, auf die im Folgenden näher eingegangen wird. Dabei zeigt sich, dass sich die Anforderungen des Instituts an die hier bisher unzureichende IT-Unterstützung deutlich von denen der zentralen, eher zufriedenen Hochschulverwaltung unterscheiden. Demnach ist eine integrierte IT-Unterstützung des DM für alle relevanten Prozessbeteiligten sowie die individualisierte Darstellung vernetzter Informationen vorteilhaft. Aus diesen Anforderungen lassen sich zwei wesentliche Erkenntnisse ableiten, die in den nächsten beiden Kapiteln diskutiert werden:



- Zentrale und dezentrale Organisationsebenen sind zu unterscheiden und erfordern verschiedene Sichten auf das DM mit entsprechend adaptierter IT-Unterstützung. (Kapitel 6)
- Bisher existierende DM-Softwarelösungen bieten keine ganzheitliche Unterstützung der identifizierten Sichten, welche sowohl prozessorientiert als auch in die bestehende IT-Landschaft integriert sind. (Kapitel 7)

Dabei sind sowohl die Ebenen als auch die Sichten zu unterscheiden. Sichten sind in diesem Kontext als Nutzerperspektiven verschiedener Prozessbeteiligter (bspw. Institutsleiter vs. Projektleiter) auf verschiedenen Ebenen (bspw. intern vs. extern) zu interpretieren. Neben allgemeinen und typischen Anforderungen an die Hochschul-IT (vgl. u. a. [SKB10]), können somit spezifische DM-Bedürfnisse dieser Ebenen und Sichten identifiziert und zu einem DM-spezifischen Anforderungskatalog aggregiert werden:

|   |
|---|
| Automatische Berichtgenerierung und Entscheidungsunterstützung  |
| Cockpit-Funktionalität für verschiedene Sichten (Ampelfunktion) |
| DM-Echtzeitinformation  |
| Einheitliches Datenmodell (Datenkonsistenz, keine Redundanz)    |
| Integrierte Softwarelösung und Single-Sign-On                   |
| Intuitive Benutzerführung (Niedrige Lernkurve für Nutzer)       |
| Konkretes Rollenmodell (Rechte, Aufgaben, Pflichten, Sichten)   |
| Kennzahlenüberwachung   |
| Multiprojektmanagement-Unterstützung                            |
| Prognose zur Projektkalkulation                                 |
| Prozess- und Workfloworientierung                               |
| Termin- und Richtlinienüberwachung (Plausibilitätskontrollen)   |

Abbildung 3: DM-spezifischer Anforderungskatalog.

Die festgehaltenen Ergebnisse dienen als Grundlage für ein Lastenheft zur Prototypentwicklung. Dies ermöglicht eine systematische Beobachtung und Evaluation der Teilergebnisse aus der explorativen Expertenbefragung im natürlichen Kontext der Fallstudie (Prozessmodellierungen etc.) unter Verwendung spezifischer Metriken. Zeitgleich findet auch eine Evaluation des Prototypen durch die Methode der Pilotierung innerhalb der Fallstudie selbst statt [Ös10]. Bei der in diesem Fall gewählten Prototyping-Methode handelt es sich um ein evolutionäres bzw. in Teilen experimentelles Vorgehensmodell, nach dem der Prototyp in mehrfachen Iterationen schrittweise zum fertigen Endprodukt weiterentwickelt wird [SH05]. Dies ermöglicht es, frühzeitig Tests unter realistischen Bedingungen gemeinsam mit den Anwendern durchzuführen. Da die Anschaffung zusätzlicher Software nicht gewünscht wurde, basiert der Prototyp auf Microsoft Excel 2007. Ein Management von Drittmitteln bei entsprechender Anpassung ist so zwar möglich, jedoch handelt es sich um ein Programm zur Tabellenkalkulation ohne integrierte Datenbank. Daher wurde für den Prototyp eine Datenanbindung an die vorhandene (ERP-)Hochschulverwaltungssoftware implementiert. Er unterstützt das IZMP vor allem in den Bereichen Mittelausschöpfung, Staffing und Terminüberwachung effizienter und ersetzt die vorherige zeitintensive, manuelle Datenkumulierung. Hierdurch konnte die Bearbeitungszeit des DM reduziert werden, so dass der Nutzen dieser gezielten IT-Unterstützung auf Anwenderseite bestätigt wird. Damit erfüllt der Prototyp neben weiteren Gütekriterien auch das der Rigorosität, da er an sich selbst und einer Überprüfung gegen die anfangs definierten Ziele und mittels der im Forschungsdesign gewählten Methoden evaluiert wird [BKN09].

Der Prototyp ist speziell auf die identifizierten Bedürfnisse des IZMP zugeschnitten, zeigt jedoch exemplarisch die Herausforderungen einer Software-Eigenentwicklung für dezentrale Institute, wie sie laut Expertenfrage auch an weiteren Universitäten beobachtet werden kann.

## **6 Hochschul- vs. Institutsebene**

Im Rahmen der Fallstudie wird aufgezeigt, dass das Management von Drittmitteln je nach Sicht und Betrachtungsschwerpunkt der Beteiligten mit unterschiedlichen Anforderungen und Zielsetzungen verbunden ist. Innerhalb der deutschen Hochschulen lassen sich die verschiedenen Prozessbeteiligten grob zu der zentralen Hochschulverwaltung auf der einen Seite und ihren einzelnen dezentralen Instituten auf der anderen Seite zusammenfassen. Diese haben je nach Verantwortungsverteilung und Drittmittel-aufkommen wiederum einen unterschiedlich umfangreichen Ressourcen- und Multiprojektmanagementaufwand. Erfolgt das DM nicht zentral „aus einer Hand“, verschieben sich die Anforderungen und Zielsetzungen mit den beteiligten Verantwortlichen an unterschiedliche Stellen. Hier erfolgte die Bewirtschaftung der Drittmittel auf Institutsseite und wird zentral rechtlich unterstützt. Bei stark dezentraler Organisation - wie in der Fallstudie - legt die zentrale Hochschulverwaltung den finanziellen Betrachtungsfokus in erster Linie auf globale Kennzahlen, wie bspw. die Höhe der eingeworbenen Drittmittel. Diese dienen unter anderem als Berechnungsgrundlage zur Verteilung von leistungsorientierten Mitteln sowie als Indikator zur Beurteilung der Forschungsleistungen. Auf Institutsebene steht hingegen das operative Management der Drittmittel nach erfolgreicher Einwerbung im Betrachtungsfokus. Dies beinhaltet vor allem die konforme und erschöpfende Mittelverwendung sowie die Einhaltung damit verbundener Zeiträume und Fristen. Werden diese Kriterien nicht eingehalten, droht ein Verlust bereits bewilligter Drittmittel. Ferner entsteht ein zusätzlicher Verwaltungsaufwand beim Staffing, um das Know-How aus den befristeten Drittmittelprojekten gegebenenfalls weiterhin am Institut halten zu können. Dies verschärft den Balanceakt der Hochschulinstitute bei der fristgebundenen Ausschöpfung unterschiedlicher Einnahmequellen im Multiprojektmanagement. Darüber hinaus werden detailliertere Auswertungen zur Entscheidungsunterstützung benötigt.

Je nach Aufgabenverteilung zwischen der zentralen und der dezentralen Seite entsteht für die Projektleiter oder Institutssekretariate ein hoher Verwaltungsaufwand, der zusätzliches Know-How aus unterschiedlichen Bereichen voraussetzt, wie bspw. von Projektmanagement, Buchhaltung, Personalwesen und allgemeinen Verwaltungsabläufen. Häufig besitzen besonders die Projektleiter keine fundierten Hintergrundkenntnisse der Verwaltungsabläufe und sind unsicher im Umgang mit Abrechnungen und bürokratischen Mittelverwendungsrichtlinien. Sowohl aus der Umfrage als auch aus der Fallstudie geht zudem hervor, dass die vorhandene IT-Unterstützung für unerfahrene Benutzer unübersichtlich wirken kann. Durch unzureichende Informationsvernetzung geht aufgrund von Suchkosten für sie, aber auch für routinierte Nutzer, wertvolle Arbeitszeit verloren, in der sie nicht an ihren eigentlichen (Projekt-)Aufgaben arbeiten können.

Gezielte Schulungen sowohl zu den Verwaltungsabläufen im Drittmittelprojektmanagement als auch im Umgang mit der Verwaltungssoftware, wie sie laut Umfrage bereits von einigen Universitäten angeboten werden, verbessern das Verständnis und die Sicherheit im Verwaltungsablauf. Durch eine abgestimmte IT-Unterstützung werden nicht nur die Arbeitsabläufe der Projektleiter und Institutssekretariate effizienter und sicherer, sondern die zentralen Drittmittelverwaltungen benötigen trotz des anfänglichen Aufwands der Schulungszeit langfristig auch weniger Beratungs- und Nachbesserungsaufwand.

## **7 Eingesetzte Software zur Unterstützung des DM**

Bisher sind spezielle, integrierte Softwarelösungen zum DM an deutschen Hochschulen nur wenig und mit geringer Durchdringung auf dem Markt vertreten. Eine Begründung hierfür ist in der Tatsache zu finden, dass einzelne Funktionen des DM in begrenztem Umfang auch von üblichen Office-Programmen oder ERP-Systemen übernommen werden können. Dieser Einsatz von Standardsoftware ohne entsprechende Auslegung auf das DM bietet jedoch häufig nur einen mäßigen Kompromiss zwischen eingesparten Anschaffungskosten zum Preis von eingeschränkter Funktionalität. Einige Experten der Umfrage gaben dagegen zu bedenken, dass die bisher angebotenen Module zur Erweiterung der Standardsoftware häufig nicht alle Anforderungen hinreichend erfüllen können und sich daher (noch) nicht rentieren. Besonders bei kleineren zentral organisierten Universitäten scheint daher der erwartete zusätzliche Nutzen die hohen Anschaffungskosten nicht zu rechtfertigen.

Aus der Umfrage geht weiterhin hervor, dass die Mitarbeiter in den Instituten in solchen Fällen häufig auf einfache Papier- oder semi-manuelle Tabellenkalkulation zurückgreifen. Diese Variante erscheint für Institute mit wenig Drittmittelverwaltungsaufwand zweckdienlich, da sie nur ein sehr geringes Optimierungspotential durch IT-Unterstützung besitzen. Wie die Fallstudie belegt, sollte hier jedoch im Kontext des kontinuierlichen Anstiegs der Drittmittelmenge darauf geachtet werden, dass rechtzeitig eine adäquate IT-Unterstützung etabliert wird, um hohe Umstellungskosten zu vermeiden. Ferner ist davon auszugehen, dass sich die Investition in eine umfangreichere IT-Unterstützung umso mehr lohnt, je mehr Drittmittel insgesamt und von verschiedenen Geldgebern verwaltet werden müssen. Ähnlich wie in der Fallstudie ergeht es laut Umfrage auch anderen Instituten an deutschen Hochschulen mit einem mittleren Drittmittel-aufkommen: Sie werden durch die vorhandene Standardsoftware nicht ausreichend mit vernetzten Informationen versorgt. Erfolgt von der Hochschule keine Abhilfe und darf keine zusätzliche Software angeschafft werden, sehen sie sich zu einer Schattenbuchführung gezwungen, um einen Überblick über die aktuelle finanzielle Lage der Projekte zu erhalten. An Hochschulinstituten, die sich für eine gezielte selbst finanzierte Erweiterung der verfügbaren IT-Unterstützung des DM entschieden haben, ist inzwischen eine breite Vielfalt an individuellen zum Teil programm- bzw. medienübergreifenden Einzel- und/oder Insellösungen zu finden. Ob sich eine solche Anschaffung vieler Individual-lösungen für eine Hochschule insgesamt kostengünstiger gestaltet, als die universitäts-übergreifende Investition in eine funktionsübergreifende modulare Standardsoftware, die alle Beteiligten angemessen unterstützt, hängt letztlich vor allem von deren Struktur ab.

Eine hohe Anzahl eingesetzter Individualsoftwarelösungen an den Instituten innerhalb einer Hochschule kann jedoch vermehrt zu Dateninkonsistenzen, Redundanzen, teilweise rechtlich nicht haltbaren Gefügen sowie Ineffizienzen führen, die ihrerseits einen hohen zusätzlichen Verwaltungsaufwand verursachen. Daher scheint diese Variante sich hauptsächlich Hochschulen anzubieten, die entweder eine überschaubare Größe haben oder jetzt und in Zukunft nur mit vergleichsweise geringem bis mittlerem Drittmittelaufkommen konfrontiert sind und nicht mit Steigerungen rechnen. Spezialisierte Softwarelösungen sowie Module zur Erweiterung vorhandener (ERP-) Hochschulverwaltungssoftware, welche auf das DM ausgerichtet sind, würden hingegen langfristig eine wesentlich gezieltere IT-Unterstützung der Verwaltungsabläufe bieten und könnten das vorhandene Optimierungspotential in diesem Bereich entsprechend besser ausnutzen. Doch die Voraussetzung hierfür wäre die Existenz ausreichender Customizing-Möglichkeiten und die Unterstützung der zentralen Hochschulvorgaben. Entsprechend ausgereifte Softwarelösungen sind jedoch noch nicht existent. Für größere dezentral strukturierte Hochschulen oder bei einem hohen Drittmittelverwaltungsaufwand wäre jedoch eine einheitlich angepassten Standardsoftwareerweiterung oder eine hochschulweit integrierte Drittanbieterlösung am besten geeignet. Abbildung 4 bietet einen Überblick über die verschiedenen IT-Unterstützungsmöglichkeiten:

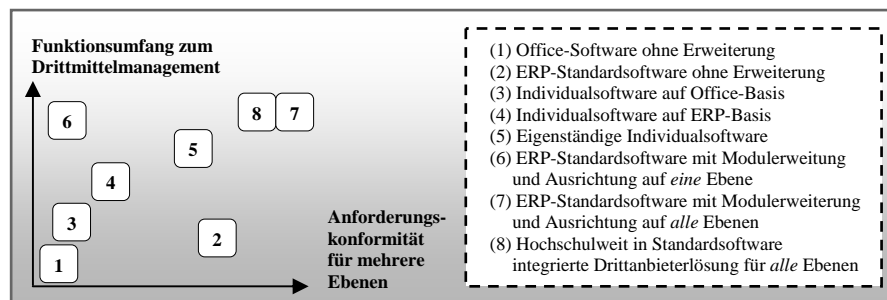


Abbildung 4: Funktionalität und Konformität möglicher Softwarelösungen zum DM.

Zwar gibt es von Seiten der etablierten Standardsoftwarehersteller erste Schritte in diese Richtung, doch bleibt noch viel Spielraum für eine Weiterentwicklung. Im diesem Kontext ist zu beachten, dass sich die Hersteller für deutsche Hochschulen, wie bspw. HIS GmbH, MACH AG und SAP AG, dem DM historisch bedingt aus unterschiedlichen Richtungen annähern. Ihre jeweiligen Kernkompetenzen sind daher unterschiedlichen Bereichen zuzuordnen, jedoch gehört bei keinem das Forschungsmanagement dazu. Bisher wurde dieses eher als nicht essentielles Bonus-Feature behandelt, gewinnt jedoch aufgrund der wachsenden Bedeutung von Drittmitteln inzwischen an Aufmerksamkeit. Zudem scheinen die Vermarktungspotenziale in Deutschland bisher zu klein und die Zahlungsbereitschaft der Universitäten zu gering zu sein, als dass Investitionen und Entwicklung in diesem Bereich schnell voranschreiten. Wie die Untersuchung gezeigt hat, ist jedoch ein steigender Bedarf an entsprechender Software vorhanden und langfristig kann aufgrund der stetig zunehmenden Bedeutung von Drittmitteln mit wachsender Attraktivität auf diesem Markt gerechnet werden.

## **8 Abschließende Handlungsempfehlungen, -strategien und Ausblick**

Angesichts des zum Teil hohen Aufwands zum Management von Forschungsdrittmitteln ist eine IT-seitige Unterstützung der damit verbundenen Prozesse ein Thema, mit dem inzwischen (fast) jede deutsche Hochschule konfrontiert wird. Die starke Praxisrelevanz wird besonders durch die hohe Resonanzquote und das inhaltliche Interesse an der Umfrage verdeutlicht. Mit zunehmendem Anteil von Dritt- und Sondermitteln am verfügbaren Gesamtbudget sind Einwerbung, Management und Berichterstattung im Kontext von allgemeiner Zeit- und Personalknappheit oft nur mit einem belastenden Ressourceneinsatz durchzuführen. Sowohl die Umfrage als auch die Fallstudie und der Prototyp zeigen, dass an vielen deutschen Universitäten in diesem Bereich noch bedeutende Verbesserungspotentiale bestehen. Somit wächst der Druck auf die Hochschulen, eine einheitliche, integrierte und strukturierte IT-Unterstützung für das Drittmittelressourcenmanagement zu etablieren. Eine essentielle Voraussetzung zum erfolgreichen DM ist ebenso wie für viele andere Bereiche eine effiziente und effektive Gestaltung der Verwaltungsabläufe, d. h. der zugehörigen Prozesse, Workflows, Organisationsstrukturen, Datenstrukturen und Informationssysteme. Auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse kann daher der Einsatz eines

- Referenzmodells zum Drittmittelressourcenmanagement (im Sinne eines Multiprojektmanagements) und
- einer durch Customizing angepassten Sichten-Modulerweiterung einer (ERP-) Hochschulverwaltungssoftware

für eine effiziente Umsetzung an viele deutsche Hochschulen als zielführend angesehen werden. Allerdings divergieren Institute der Hochschulen stark in Ausrichtung, Größe, Ressourcen (Assets), Workflows und Forschungsorientierung. Hinzu kommen unterschiedliche Anforderungen an eine IT-Unterstützung auf Ebene der zentralen Verwaltungseinrichtung und auf der operativen Institutsebene. Dies erfordert einen hohen Grad der Parametrisierbarkeit.

Auf dem Markt existieren allerdings noch keine ausgereiften Referenzmodelle zum ganzheitlichen DM und kaum entsprechende, granulare Softwarelösungen. Abgeleitet aus den Untersuchungsergebnissen wird daher die Integration einer standardisierten Softwareerweiterung, welche das Management von Drittmitteln aus der Bottom-Up-Sicht unterstützt, in die bereits von einigen Herstellern angebotene Hochschulverwaltungssoftware mit Top-Down-Sicht empfohlen. Ziel ist die Entwicklung einer ganzheitlichen IT-Unterstützung der Querschnittsdisziplin DM, welche einen detaillierten Überblick über die relevanten Projektdaten und -zahlen, sowie eine Cockpit-Funktion zur Entscheidungsunterstützung bietet. Darüber hinaus ist ein Einbezug angrenzender Disziplinen notwendig, wie beispielsweise einem elektronischen Dokumentenmanagementsystem und einer kombinierte Auswertung sowie Prognose von Projekt- und Budgetdaten. Eine zumindest teilautomatisierte Kommunikation mit den Geldgebern sowie der Wissenstransfer zählen ebenso zu den zukünftig relevanten Eigenschaften. Die verbesserte Unterstützung aller Prozessbeteiligten durch eine vernetzte Darstellung der Informationen in verschiedenen Sichten, die speziell an die Bedürfnisse der jeweiligen Nutzer anpassbar sind, stellt jedoch die zentrale Handlungsempfehlung dar.

Da sich bisher nur wenige Hochschulen systematisch und nachhaltig mit diesem Thema auseinandergesetzt haben, birgt die frühzeitige Entwicklung eines hochschulweiten, konsistenten Verwaltungskonzepts und entsprechender Steuerungsmechanismen zur Drittmittelausschöpfung und Ressourcenallokation erhebliches wirtschaftliches Potential. Erfolgt dies jedoch nicht zentral unterstützt und zeitnah, besteht die Gefahr, dass die Institute sich zunehmend eigene Insellösungen suchen oder sogar selbst entwickeln. Allgemein kann festgehalten werden, dass sich der Umstieg auf eine einheitliche Softwarelösung umso schwieriger gestaltet, je mehr Individualsoftware innerhalb einer Hochschule bereits vorhanden ist. Haben einzelne Institute zuvor in die Entwicklung einer Individualsoftware investiert, kann eine Umstellung auf hochschulweite einheitliche Software zu Reaktanz führen. Daher wird die frühzeitige Strategiefestlegung zum DM innerhalb einer Hochschule für alle Ebenen zur effizienten Gestaltung dringend empfohlen.

In diesem Beitrag konnte lediglich ein grundlegendes Bild der IT-Unterstützung von Drittmittelprojektverwaltung an deutschen Hochschulen aufgezeigt werden. Der zukünftige Forschungsbedarf auf diesem Gebiet ist als hoch einzuschätzen. Aufgrund der erfolgreichen Validierung des Forschungsthemas und der bisher gewonnen Erkenntnisse streben die Autoren - wie im Forschungsdesign aufgezeigt - nach einer weiteren Exploration der aktuellen Situation deutscher Hochschulen sowie einer detaillierteren Ausarbeitung eines allgemeinen Konzepts zur Verbesserung der IT-Unterstützung. Als nächster Schritt ist die Entwicklung eines Referenzmodells zum Drittmittelressourcenmanagement u. a. in Kooperation mit der Hochschul-Informations-Systeme GmbH (HIS) geplant sowie langfristig die Überführung der Programmstrukturen aus dem vorgestellten Prototyp in ein entsprechendes Forschungsmanagementmodul der integrierten Hochschulsoftware HISinOne.

## Literaturverzeichnis

- [BKN09] Becker, J.; Krcmar, H.; Niehaves, B.: Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik. Physica-Verlag, Heidelberg, 2009.
- [Be09] Berghoff, S. et. al.: Das CHE-Forschungsranking deutscher Universitäten 2009. CHE Arbeitspapier 130, Gütersloh, 2009. (Abruf 01.05.11) [http://www.che.de/downloads/CHE\\_AP130\\_Forschungsranking\\_2009.pdf](http://www.che.de/downloads/CHE_AP130_Forschungsranking_2009.pdf).
- [CMG05] Cloes, H.; Meyer, S.; Gilch, H.: Modularisierung – Herausforderungen für Hochschulverwaltung und Prüfungsorganisation. In (Leszczensky, M.; Wolter, A. Hrsg.): Der Bologna-Prozess im Spiegel der HIS-Hochschulforschung. HIS Kurzinformationen A6/2005, Hannover, 2005; S. 35-38.
- [DFG09] DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft: Förder-Ranking 2009 Institute – Regionen – Netzwerke. Wiley-vch, Weinheim, 2009.
- [Ei89] Eisenhardt, K. M.: Building Theories from Case Study Research. Acad. Manage. Rev., 14, 4, 1989; S. 532-550.
- [Fe06] Fettke, P.: State-of-the-Art des State-of-the-Art – eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. Wirtschaftsinf. 48, 4, 2006; S. 257-266.
- [Fr07] Frank, U.: Towards a Pluralistic Conception of Research Methods in Information Systems Research. ICB Research Report, Nr. 7, Universität Duisburg-Essen, 2007.

- [Ge09] Gehlert, A. et. al.: Towards a Research Method for Theory-driven Design Research, In (Hansen, H. R.; Karagiannis, D.; Fill, H.-G. Hrsg.): 9. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik, Band 1, Wien, 2009. Österreichische Computer Gesellschaft, Wien, 2010; S. 441-450.
- [Gi07] Giebisch P.: Hochschulfundraising in Deutschland 2004-2006. Gütersloh, 2007. (Abruf 01.05.11) [http://www.che.de/downloads/CHE\\_Fundraising\\_2007.pdf](http://www.che.de/downloads/CHE_Fundraising_2007.pdf).
- [GL09] Gläser, J.; Laudel, G: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2009.
- [He04] Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S.: Design science in information systems research. MIS Quart., 28, 1, 2004; S. 75-105.
- [HM94] Huberman, A. M.; Miles, M. B.: Qualitative data analysis. Sage Publications, Thousand Oaks, CA, 1994.
- [Je01] Jenny, B.: Projektmanagement in der Wirtschaftsinformatik. vdf Hochschulverlag, Zürich, 2001.
- [KD88] Kaplan, B.; Duchon, D.: Combining qualitative and quantitative methods in information systems research: a case study. MIS Quart., 12, 4, 1988; S. 571-586.
- [LO04] Leszczensky, M.; Orr, D.: Staatliche Hochschulfinanzierung durch indikatorgestützte Mittelverteilung – Dokumentation und Analyse der Verfahren in 11 Bundesländern. Kurzinformationen HIS, A2/2004, Hannover, 2004.
- [Ma08] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Beltz, Weinheim, 2008.
- [MN05] Meuser, M.; Nagel, U.: ExpertInneninterviews – vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur Qualitativen Methodendiskussion. In (Bogner, A.; Littig, B.; Menz, W. Hrsg.): Das Experteninterview. VS Verlag, Wiesbaden, 2005; S. 71-95.
- [Ös10] Österle, H. et. al.: Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In (Österle, H.; Winter, R.; Brenner, W. Hrsg.): Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz. Infowerk, Nürnberg, 2010; S. 1-6.
- [SKB10] Sprenger, J.; Klages, M.; Breitner, M. H.: Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl, die Migration und den Betrieb eines Campus-Management-Systems. Wirtschaftsinf., 52, 4, 2010; S. 211-224.
- [SH05] Stahlknecht, P.; Hasenkamp, U.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik. Springer, Heidelberg, 2005.
- [St09] Statistisches Bundesamt: Hochschulstandort Deutschland 2009. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2009. (Abruf 01.05.11) <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2009/Hochschulstandort/begleitmaterial.property=file.pdf>
- [St10] Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 2010. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2010. (Abruf 01.05.11) <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/SharedContent/Oeffentlich/B3/Publikation/Jahrbuch/StatistischesJahrbuch.property=file.pdf>.
- [VB06] Vom Brocke, J.; Buddendick, C.: Reusable conceptual models-requirements based on the design science research paradigm. In: Proc. 1<sup>st</sup> Int. Conf. on Design Science Research in Information Systems and Technology (DESRIST), Claremount, CA, 2006; S. 576-604.
- [Wi06] Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur künftigen Rolle der Universitäten im Wissenschaftssystem 2006. Wissenschaftsrat, Köln 2005. (Abruf 01.05.11) [http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/rolle\\_universitaeten.pdf](http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/rolle_universitaeten.pdf).
- [Yi09] Yin, R. K.: Case study research: design and methods. Applied Social Research Methods Series, Vol. 5. Sage Publications, Thousand Oaks, 2009.

---

**A5**

---

**Erweiterter IT-Wertbeitrag durch Green Business<sup>330</sup>**

---

**Autoren:** Markus Neumann, Marc Klages, Michael H. Breitner

**In:** Gómez, J. M., Strahringer, S., Teuteberg, F. (Hrsg.): Green Computing & Sustainability – Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 274, dpunkt, Berlin, S. 28 – 36.

**Abstrakt:** Innerhalb einer heutzutage komplexen Value bzw. Supply Chain ist eine Optimierung der Geschäftsprozesse in Bezug auf Nachhaltigkeit nur durch die unterstützende Leistung der IT zu realisieren. Von der IT wird hierbei zunehmend eine aktive Beraterrolle verlangt. Bei der nachhaltigen Optimierung von Strukturen und Prozessen hat sie aufgrund ihrer internen Erfahrungen die Möglichkeit, sich als Treiber sowie Enabler im Unternehmen zu etablieren und so eine Ausweitung des IT-Wertbeitrags zu erreichen. Meinungen interviewter Experten bzw. erste Ergebnisse einer Fallstudie belegen diese These. Dennoch existiert – wie unsere Analyse zeigt – noch kein praxistaugliches Konzept, das den Aufbau sowie den Einsatz der dafür notwendigen IT-Ressourcen im Rahmen eines Green-Business-Ansatzes thematisiert.

---

<sup>330</sup> Neumann et al. (2010).



---

**A6**

---

**Analysis of Electrical Load Balancing by Simulation and Neural Network Forecast**<sup>331</sup>

---

**Authors:** Cornelius Köpp, Hans-Jörg von Mettenheim, Marc Klages, Michael H. Breitner

**In:** B. Hu et al. (eds.): Analysis of Electrical Load Balancing by Simulation and Neural Network Forecast, In: Operations Research Proceedings 2010, Operations Research Proceedings, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011, S. 519 – 524.

**Abstract:** The rising share of renewable energy poses new challenges to actors of electricity markets: wind and solar energy are not available without variation and interruption, so there is a rising need of high priced control energy. Smart grids are introduced to deal with this problem, by load balancing at the electricity consumers and producers. We analyze the capabilities of electrical load balancing and present initial results, starting with a short review of relevant literature. Second part is an analysis of load balancing potentials at consumer households. A software prototype is developed for simulating the reaction to dynamically changing electricity rates, by implementing two generic classes of smart devices: devices running once in a defined limited time slice, as a simplified model of real devices like dish washer, clothes washer, or laundry dryer; devices without time restriction and a given daily runtime, as a simplified model of water heater with large storage. Third part is an analysis of centrally controlled combined heat and power plants (CHPP) for load balancing in a virtual power plant composed of CHPPs, wind and solar energy plants. CHPP load is driven by heating requirements but we want to forecast the (uninfluenced) produced electricity. Our neural network forecast of CHPP load allows to alter the behavior of heat (and electricity) production. In times of low demand or high production by wind and solar energy, the CHPP can be switched off, provided that sufficient heat reserves have been accumulated before. Based on the neural net-

---

<sup>331</sup> Köpp et al. (2010).

work forecast, a software prototype simulates the effects of load balancing in virtual power plants by controlling the CHPPs.

---

**A7**

---

**Two-Sided Load Shifting for Sustainability in Energy Grids<sup>332</sup>**

---

**Authors:** Marc Klages, Hans-Jörg von Mettenheim, Cornelius Köpp, Michael H. Breitner

**In:** Proceedings der 73. Wissenschaftlichen Jahrestagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. (VHB), BWL 2011.

The paper will 2011/07 be submitted in the journal Business Research (BuR).

**Abstract:** Future electricity markets in Europe will be determined by law due to corresponding promotion policies and a rising share in renewable energy and a decreasing share in traditional fossil energy. Natural fluctuations of wind and solar energy pose new challenges for electricity suppliers and other players in electricity markets. Smart grids are introduced to reduce the rising need of highly priced additional control energy. Starting with a literature review, we analyze information systems for load shifting between energy producers and consumers. We implement two software prototypes for a case study simulation. On the energy production side, centrally controlled combined heat and power plants (CHP) are used in a virtual power plant (VPP) to compensate deviations from wind and solar energy forecasts. CHP are driven by energy requirements computed from artificial neural network (ANN) forecasts. On the energy consumption side, dynamically priced electricity rates are used to control energy consumption of smart devices in households.

---

<sup>332</sup> Klages et al. (2011).

# TWO-SIDED LOAD SHIFTING FOR SUSTAINABILITY IN ENERGY GRIDS

Klages, Marc, Leibniz University of Hanover, Königsworther Platz 1, Conti Building, 30167 Hanover, Germany, klages@iwi.uni-hannover.de

von Mettenheim, Hans-Jörg, Leibniz University of Hanover, Königsworther Platz 1, Conti Building, 30167 Hanover, Germany, mettenheim@iwi.uni-hannover.de

Köpp, Cornelius, Leibniz University of Hanover, Königsworther Platz 1, Conti Building, 30167 Hanover, Germany, koepp@iwi.uni-hannover.de

Breitner, Michael H., Leibniz University of Hanover, Königsworther Platz 1, Conti Building, 30167 Hanover, Germany, breitner@iwi.uni-hannover.de

## Abstract

*Future electricity markets in Europe will be determined by law due to corresponding promotion policies and a rising share in renewable energy and a decreasing share in traditional fossil energy. Natural fluctuations of wind and solar energy pose new challenges for electricity suppliers and other players in electricity markets. Smart grids are introduced to reduce the rising need of highly priced additional control energy. Starting with a literature review, we analyze information systems for load shifting between energy producers and consumers. We implement two software prototypes for a case study simulation. On the energy production side, centrally controlled combined heat and power plants (CHP) are used in a virtual power plant (VPP) to compensate deviations from wind and solar energy forecasts. CHP are driven by energy requirements computed from artificial neural network (ANN) forecasts. On the energy consumption side, dynamically priced electricity rates are used to control energy consumption of smart devices in households.*

*Keywords: Energy load shifting, simulation, artificial neural network forecasts, energy markets, literature review, decentralized energy management system, combined heat and power plant, virtual power plant.*

## Introduction

On the free market, the price of a commodity is determined by the relationship between supply and demand. The demand for energy (understood as energy consumption) fluctuates permanently on the market. During the day more power is needed than at night; especially around lunch time and in winter evenings the demand is high [28]. Although energy supply is regulated according to fluctuating demand, the proportion of uncontrollable variation on the supply side increases steadily. This is due to the development of renewable sources of fluctuating energy such as wind turbines and photovoltaic systems. This leads to a significant increase in congestion in the energy transmission network [21], and the unpredictable flows will continue to increase in future. Electricity rates for end users are fixed today and cannot help to compensate for the occurring fluctuations of supply and demand.

The research question arises:

“How can we realize an appropriate shift of production and consumption using information systems and technology available today?”

In our paper we argue that we can tackle the above challenges using appropriate forecasting and simulation techniques. Our software prototypes support forecasting and decision making on the producer side. They provide decision support for electricity rate setting on the consumer side.

In the European Union the awareness of this problem domain increases. The energy saving potential on both sides (production and consumption) is estimated at 100 billion Euros in Europe alone according to the “Action Plan for Energy Efficiency of the EU Commission” [14]. As part of cross-border guidelines by the year 2020 a safe and efficient Europe-wide distributed energy network must be established in combination with real-time data of smart metering devices and a high share of renewable energies.

As cross-border guidelines, in some nations already enshrined by law but still not realized, it is up to the year 2020

- to reduce energy consumption across Europe by 20%,
- to build a decentralized energy management / -system with a high share of renewable energies,
- to include wind farms and photovoltaic systems (so-called fluctuating production technologies) in the base load operation within the context of a "virtual balance circle" next to typical conventional distributed generation plants based on renewable and raw materials (such as combined heat and power plants),
- to establish a safe and efficient Europe-wide network and IT operations management (Internet of energy with wide area monitoring and
- to enable the real-time availability of relevant operational data to address critical operating conditions.

To circumvent the problem over the long run, variable electricity rates can provide customers with an incentive to shift their electricity consumption to times in which, for example, there is a surplus of wind energy. In the short run, potentials increase through the promotion of decentralized capacity to produce electricity and heat well below the 20 MW threshold (CHP). The preferred production capacity is even in the range of only 5-10 KW because it allows very fine grained control. If used, households typically use such CHP.

In addition, producers can diversify supply according to demand, as well as through weather and climate data. The load shifts on the part of the energy producers can help to relieve the electricity grids and smooth supply and demand over time. The clear goals are to avoid inefficient load and production peaks, as well as to reduce temporary required assignments of spare capacity in the energy supply

system. Load shifting should occur on both supply and demand side, which means two-sided load shifting: the suppliers can harness CHPs to absorb load peaks and household appliances at the consumers can be controlled by price signals therefore also absorbing peak loads.

To meet the objectives set, different researchers continue to work on first field trials with VPP. The term VPP is not defined uniformly; the authors understand it in the context of the literature review as following: “the aggregation of many distributed generation, consumption and storage facilities with the aim to centrally influence individual facilities to constitute a predictable and thus marketable load profile”. Pilot projects within this context can be found in the so-called “E-Energy” project of the Federal Ministry of Economics and Technology [47]. In a total of six grant subprojects and under different circumstances, these projects test whether the future oriented concepts can achieve the set targets by end of 2020. One such subproject is called “Smart Watts” [42]. The objective of this project is the end-to-end optimization of the entire energy system from production through trade and distribution up to the final consumer, with particular attention paid to decentralized renewable generation (see Figure 1). Conditions are created in order to take into account small, decentralized power generators and consumer sales within an optimization process that are influenced by dynamic rates.

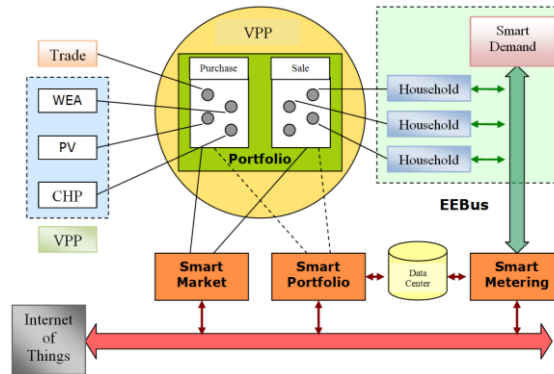
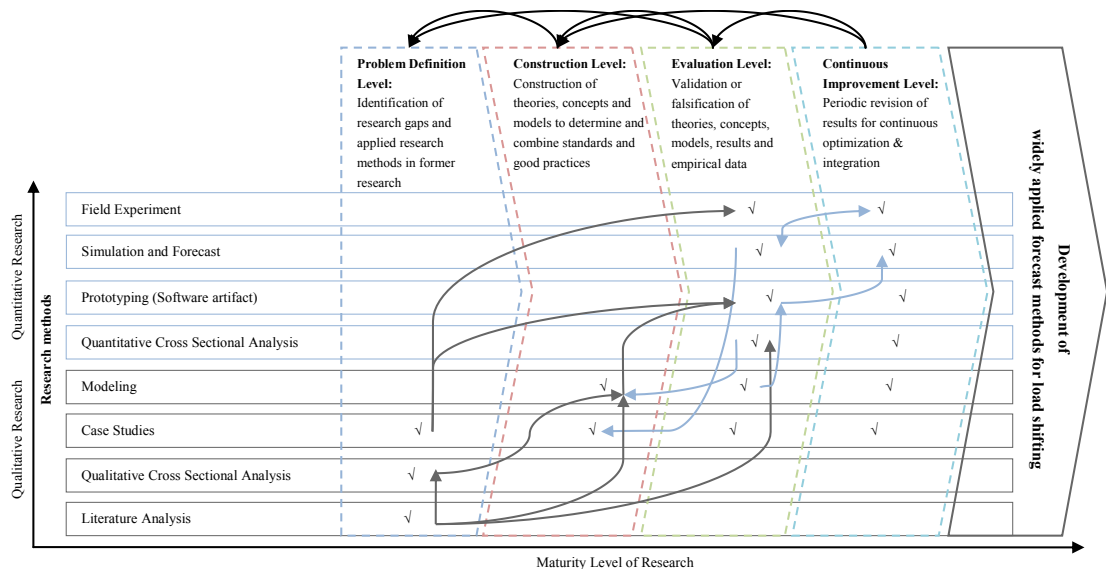


Figure 1. The "Smart Watts" project - the construction of Internet based energy with smart meters and "smart" devices with Real-time communication. IT-controlled access to consumers over a data center and involvement of other market actors, such as trade, decentralized energy, etc. via a shadow portfolio. Source: Own illustration.

While there are initial concepts and case studies on the supply side, experiences with smoothing the demand curve on the consumer side by means of dynamic price incentives during the day are very limited [5]. Communication between household appliances such as actuators, sensors, measuring and visualization devices in conjunction with smart meters is still a challenge for both the supplier and the consumer. This also applies to the injection of relevant data from smart metering units into the information chain of the supplier using existing transmission methods. Minimal cost and optimized management of current and future energy efficient buildings and household technology represents a critical success factor. In addition to ensuring more accurate weather data (forecasts in electricity markets are already done very accurate on the basis of weather forecasts), the short-term availability of all consumption data such as 15-minute values in the portfolio would be necessary to be able to forecast optimally in the future (forecast errors of less than 2 %). Our paper presents simulation and forecast results for parts of the “Smart Watts”-project. The aim is to influence the load shifting on supply and demand, taking the above factors, objective criteria, technologies and a variety of constraints into account. The remainder of the paper is structured as follows: Section 2 describes the Smart Watts project in detail. Section 3 provides an insight into the methodological research approach of the authors. In Section 4 essential contents of a preliminary analysis of the literature are discussed. Sections 5 and 6 presents concrete results on supply and demand side using our software prototypes for simulation and forecast. Conclusions and outlook wrap up the paper.

# 1 Research Design



**Figure 2.** *Scientific maturity and methodological framework (research agenda) to develop a forecasting method for load shifting on the supply and demand side, based on [8, 23, 43, 41]; the arrows describe the interdependencies of each phase and the research way.*

The basis for the identification of issues and research questions in this research segment is performed using a “reductive and structured literature search and content analysis” [31]. The study focuses on filtering relevant passages from publications. Similarly, word frequency and word groups were used to identify and elicit semantic dependencies. Targets and frameworks for specific research questions also have to be determined in categories, while the filtered information is mostly qualitatively specified [30, pp. 512]. In addition to the preceding literature, the eight phases (See Figure 2) include the analysis and subsequent interpretation of results. The search can be subjected to scientific evaluation using interpretation. The results from the literature review flank case studies to identify critical factors and constraints to generate a model for load shifting (supply and demand side).

The model is used for the development of the software artifact (prototype) following [24]. The seven guidelines are addressed as follows. We produce usable software prototypes which solve the mentioned problem of two-sided load shifting. This is also the contribution of our research. The problem is business relevant. The evaluation of our artifact is carried out by simulation and later on in a field test. Our approach is also rigorous because we base every step on an extensive literature review. In the same vein the literature review is also an important part of our search process. Finally, the goal of the present paper is to present our research not only to a technology oriented audience but also to an information system and business oriented audience. This methodology according to [24] is combined with an evaluation under a common research approach, see Sections 4 and 5. Simulations and forecasts are realized with ANN and a software prototype. This is necessary because a priori the relationship between weather factors and resulting CHP load is not known. For this reason we use a universal approximator [22, p. 167]. The ANN part of our analysis follows methodology from [1, 9].

Finally, the constantly optimized simulation and forecasting methods will be reviewed in a large-scale field experiment with a corresponding number of producers (VPP operation etc.) and consumers, as planned for the year 2012. Using the field experiment, the overall results can be validated and subjected to a continuous improvement process. In combination with the horizontally presented points (See Figure 2) the approach leads to a corresponding picture. The advantages of this approach lie in

the multi method research and cyclic iteration of the partial results and in the long-term validation of the overall results by empirical data and a continuous improvement process. Presently, validation is already possible using simulations.

That way the selected research design follows the established scientific methods of triangulation [27] and design science/research [2, 20, 24]. With the increasing maturity of models for simulation and forecast, as well as the subsequent optimization of load distribution on the supply and demand side, our research is both qualitative and quantitative. With this method, existing research findings of other sub-projects can be later included in the “Smart Watts”-project and in addition, research gaps can continuously be identified.

## 2 Literature Review

According to [31] and [13, p. 13], this contribution uses an analytical framework to examine internationally published articles that describe the issue of optimization techniques to forecast and realize electrical load shifting. But the quality and the boundaries of a systematic literature review lie in the publication selection. In the underlying approach, the risk has been minimized by following a proven course of action for creation of a literature review by [40] in addition to the methods of [31, 30, 13], combined with [18]. In combination, the review is carried out in six steps as follows: 1) Definition of review scope by outlining the subject matter of the review; 2) Conceptualization of research topic; 3) Literature search and selection using a methodical test of journals ranked by VHB-Jourqual II and the ranking of Gesellschaft für Informatik, FB WI and VHB WKWI published in Wirtschaftsinformatik, February 2008 (first: semantic search of pre-defined keywords; second: reading each article and checking its relevance to the topic of load shifting). 4) Literature analysis and synthesis of relevant papers by assigning the paper content to various categories and research methods. This was supplemented by a systematic, substantive review (The interrater reliability was good - an agreement of 86% was achieved in all analyses.). 5) Work in reverse by reviewing the citations for articles identified in the first steps to determine prior articles. 6) (Re)structuring the research agenda (Figure 2) by interpretation and extraction of research details, factors, constraints and future trends (go forward).

In total we analyzed 94 of 122 sources in detail, especially with regard to method, content and significance. The remaining 28 sources were insufficient for use in research depth and quality. The focus of the search was on typical national (GVK, Hobsy, OLC, semi-manual research) and international (AMCIS, AIESEL, ECIS, ICIS, ACM, Science Direct, Ingenta Connect, WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Springer Online, Engineering Village, Google Scholar, IEEEExplore, ECONIS) research channels.

Due to the variety of different source materials, a breakdown of the various sources of literature was necessary. Relevant articles were divided into categories. These included articles, books, research papers, white papers, practice-oriented reports, studies from institutions and consulting reports, as well as case studies. The search focused on the following main “keywords” and synonyms (in English and in German): “load {balancing | shifting | control}”, “VPP {operation | control | optimization}”, “smart {balancing | metering | grid}”, “internet of energy”, “decentralized energy management”.

The complete research is more from the perspective of producers ( Optimization procedure with respect to load shifting; Optimization methods with respect to the virtual power plant; Critical factors and constraints for optimization and forecasting; Structure and nature of the subsumption distributed generators; Account the availability of energy stores and models; Shadow portfolio without EEG-promotion ) and the consumers ( Nature of the interaction between producers and consumers; Behavior of the customer based on various rate models ), as well as interdependencies and risks between the market participants.



The first results provide insight into the relevance and significance of the underlying research environment. Table 1 shows a significant increase in the number of publications with useful content specific to the study context.

| Year | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | (2010 up to June) |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
| n=   | 6    | 4    | 3    | 4    | 6    | 9    | 11   | 17   | 19   | (15)              |

*Table 1. Number of publications from 2001 to 2009; 15 publications in 2010 up to and including June*

In addition to the actual number of publications, the content is also important. In line with PEST(LE) analysis [17], different perspectives with which the subject was associated were identified. The method and the central problem oriented classification shows that especially political, in parts technical, legal and environmental influences are considered and examined; there was less focus than expected on the sociological behavior of people to demand side, nor the technical, mathematical obstacles on the supply side in realizing load shifting. Sustainable, large-scale economic concepts are still missing and a detailed economic analysis does not exist. This is certainly due to the rather limited empirical database so far, because many field experiments and related studies are at just beginning. The research is often purely conceptual and technology-related: General information on smart metering (21), Environmental focus (18), Legal papers (12), Pilot projects (10), Consideration of virtual power plants (9), Comparison of different technologies (7), Economic analysis (5), Simulation and optimization of load management (4), Advantage and disadvantage discussion of new technology (3), Product feasibility (2), Software solutions (2), Socio-cultural analysis (1)

Apart from the above analysis, an overview of the methods of research in the subject field of smart metering is also provided. Some of the articles apply to more than one methodological category, the total number of investigated publications is higher than 94 (multiple answers are thus possible). The assignment of the research methods goes back to the research of [45]. In total, the analysis shows that case studies, argumentative deductive research, and formal deductive research dominate the research area of load shifting within the smart grid: Argumentative deductive research (18), Conceptual-deductive analysis (15), Quantitative cross-sectional analysis (13), Case studies (11), Field experiments (9), Qualitative cross-sectional analysis (8), Formal-deductive research method (6), Literary analysis (6), Prototyping (software artifacts) (5), Simulation (3), Triangulation (2), Reference modeling (2), Laboratory experiment (2), Action research (0), Other (19). Arguing that there are “weaker” and “stronger” research methods of increasing knowledge (f. e. case studies, argumentative deductive research on the one hand and laboratory experiments on the other hand), the choice of research methods works as a “research progress indicator” [23, p. 10].

In principle it remains that the literature analysis showed that there is not much publicly accessible literature that deals with “load balancing/shifting/control and forecast methods” in detail [19, 28, 29]. In addition, to the economic character [26] of the energy market (like price elasticity of consumers [33], business models for energy market [25], risk management in the energy market [34], and game theoretical analysis of market behaviors of individual participants [36, 4, 32]), the literature more often discusses the essential structural changes needed to establish a decentralized energy network [44, 15], combining smart metering [12, p. 145], virtual power plants [46, 37] and a smart market such as the EEX [35, 6]. Many authors analyze the necessary IT changes to establish this vision [7, p. 382]. Specific knowledge and content from the literature that show high relevance of optimization methods was picked up and transferred into our research. After discovering the lack of methods for forecasting required load shifting we deem our research justified.

### 3 Short presentation of Smart Watts

The project focuses primarily on three key areas in order to clarify open questions regarding the achievement of an efficient decentralized energy management system.

These are: (1) Forecast of energy production and consumption, (2) Distributed and decentralized energy generation with VPP and (3) Consumption with dynamic prices.

To (1): Basis of an efficient decentralized energy management system is a reliable and timely prediction of the fluctuating weather-related production and consumption (which is dependent not only on the weather, also on network utilization etc.).

To (2): In the project the VPP is based only on electricity generation from renewable energy (wind and photovoltaic), and small cogeneration plants (CHP), which operate heat controlled (heating, domestic hot water). As the renewable electricity from wind and solar is not long-term unpredictably, the consideration of climate and weather forecasts is of key performance-critical explanation. A VPP operator must eventually create a timely and accurate load profile depending on weather data forecasts for the next one to two days. Moreover, by appropriate central control of the CHP, load displacement can be forced. This is used to compensate for the difference between projected production and the target load profile (which was promised to the supplier's portfolio). In addition, also the mixing ratio of conventional and alternative energy generating capacities must be taken into account within the forecast (see Figure 3).

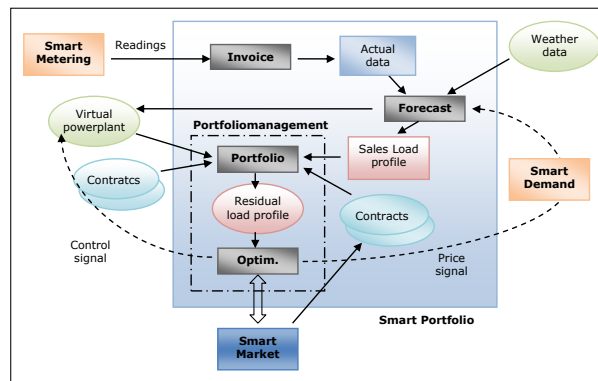


Figure 3. Interplay and interdependencies of various market participants in the project scenario. Source: Own illustration.

To (3): The focus of the project lies among the others on the consumer scenario with dynamic rates. From a consumer perspective, a minimal cost optimized and energy efficient management of current and future household-technology also provides a challenge as to the energy provider. For this, the project developed "EEBus" is used for communication within the household over PLC and implements actuators, sensors, measuring devices and display devices in the chain of information when using existing transmission paths (see Figure 4). Thus, the short-term availability of consumer data as a 15-minute value can be ensured in the portfolio.

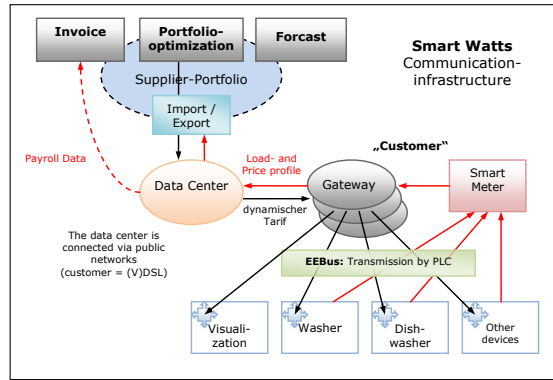


Figure 4. Planned "in-house" communication of devices through a single gateway via EEBus protocol to the data center. Source: Own illustration.

The project "Smart Watts" is different from other energy projects, particularly the fact that any influence of the consumption by dynamic tariffs is part of the portfolio optimization. Price changes are interpreted by "smart" consumer devices and (turn on when low prices exist) lead to a "load shifting" by anticipation or (turn off when high prices exist) shift in consumption in subsequent periods.

The following sections describe the recent research results on these three points.

## 4 Load Controlling at Producers by CHP in VPP

The VPP mainly consists of three power-generating devices. These are solar power, wind power, and CHP. The VPP operator faces the difficult task of delivering a prespecified amount of power to a provider. The VPP generally commits itself 24 hours in advance and is bound by its forecast. If the VPP deviates from its forecast it faces penalties, i.e. lower revenue. It is of utmost interest for the VPP to stick to the pre-announced amounts of deliverable energy. Sun and wind can change unpredictably. The duty of the VPP operator is now to put the CHP in the VPP to good use. The operator can either switch on more CHP to generate more power or the operator can switch them off, thereby accommodating an increased amount of power produced by solar or wind power. In any case it is important to know the undisturbed amount of power produced by the CHP.

### 4.1 ANN Forecast of Heat and Energy Requirements

A priori the relationship between weather factors and resulting CHP load is not known. For this reason we chose an ANN as universal approximator, see [22, pp. 167–168].

In our approach we forecast the power produced by CHP with ANN using a standard 3-layer perceptron, see also [1, 9]. Because the electric power produced by CHP is merely a by-product of heat generation, we start our analysis with weather data at hourly intervals. We generate forecasts for up to 24 hours in advance. Our initial model includes the following data: 48 hours CHP load, 48 hours of outside temperature, 24 hours of weather forecasts for outside temperature, 48 hours of global radiation, 48 hours of wind speed. The training dataset ranges from October 1st, 2005 until September 30th, 2007. The validation dataset includes the time span from April 1st, 2007 until September 30th, 2007. The topology used is a standard 3-layer perceptron. The initial ANN consists of 216 input neurons according to the inputs described above. The output is given by the CHP load 24 hours in advance. The hidden layer is populated very sparsely with only one hidden neuron. Training of the ANN occurs using a BFGS quasi-Newton optimization algorithm. That means that first partial derivatives are explicitly provided, but that the Hessian-matrix of second partial derivatives is only approximated.

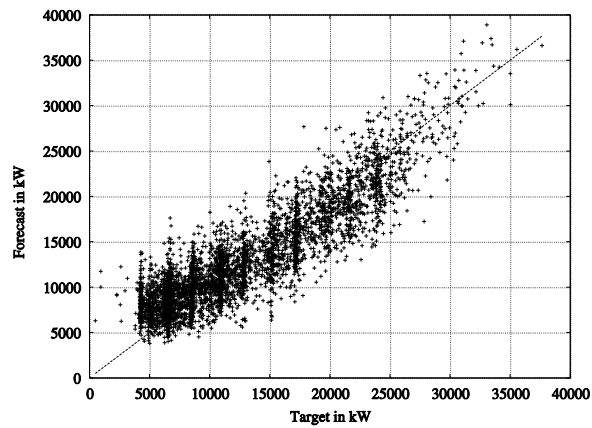


Figure 5. *x-y plot of 24-hour ANN forecast versus realized values. The slight skewness is due to using spring and summer as validation data.*

It would have been advisable to use more training and validation data. This was the only dataset available for now from our industry partner. While the forecast are adequate, an x-y-plot reveals that there is a slight skew, see Figure 5. This skew is due to using spring and summer as validation data. It influences the forecast to perform slightly better in spring and summer than in autumn and winter.

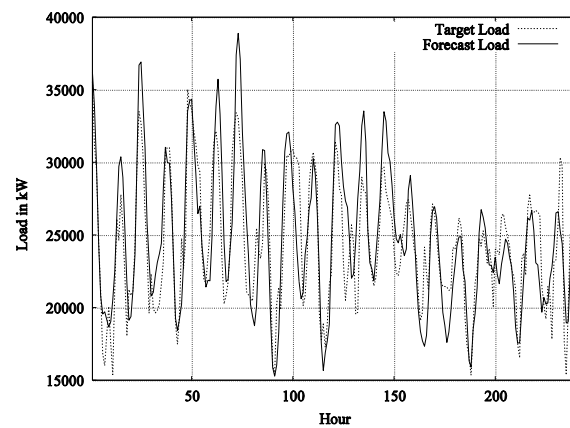


Figure 6. *24-hour ANN forecast of CHP load (in kWh). The VPP operator is especially interested in getting the turning points right. This is generally achieved by our forecast.*

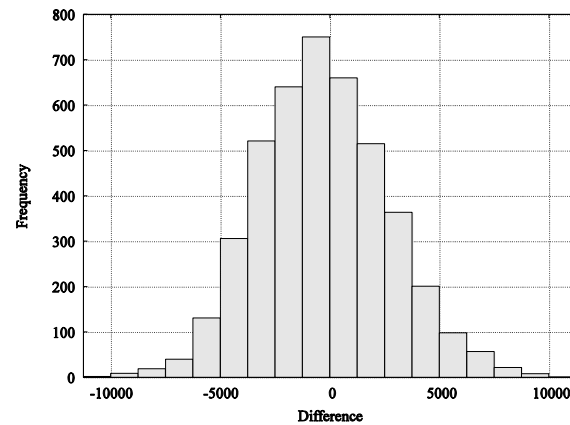


Figure 7. *Histogram of differences (target – forecast) for 24-hour ANN forecast.*

We successively reduced the number of inputs by watching the error on the validation dataset. It turns out that the only additional time series that is really required to achieve accurate forecasts is the outside temperature, which is indeed not amazing. It is well known, that the heat and electricity demand is significantly temperature dependent. The final model contains 48 hours of past CHP load, 48 hours of past outside temperatures and 24 hours of weather forecasts. This model only uses 120 input neurons. Figure 6 shows the results. It is important to note that the forecasts hit the turning points: that is, the time when the load starts to increase or decrease was forecast correctly. This is very relevant for the VPP operator because it enables load shifting by switching the CHP on or off accordingly. As a secondary goal, we are also interested in forecast accuracy with regard to load volume. Figure 7 shows that the differences between target and forecast cluster is around zero. The figure also shows that there is a bias towards negative values. That is, the forecast tends to overestimate loads. This is again due to the selection of training and validation data.

## 4.2 Simulation of Centrally Controlled CHP in Virtual Power Plants

To form a real base for the simulation prototype, we started with the identification of capable CHP units. For several reasons the “Dachs”-series [38] from SenerTec was selected: These devices can be installed in single-family-houses and several units can be combined for use in buildings with higher energy demand, so this covers a wide range of energy requirements. A large number of these units is already being used in the test area, so the results of the simulation can be validated by data collected in the field tests. As SenerTec is the German market leader [11] for small CHP, the “Dachs”-series units are widespread in Germany and Europe as well. There are several similar models for commonly used energy sources (natural gas, LPG, fuel oil EL, Biodiesel/RME) with an electrical output between 5.0 and 5.5 kW and a thermal output between 12.3 and 14.8 kW [39]. Combined with the 750l water buffer vessel “SE 750”, there is a high potential for load shifting. A remote control of “Dachs”-series CHP is possible by using the dial-up modem integrated into the “MSR2” control unit.

The software prototype is realized in Java and the discrete simulation uses time periods of one minute. This time period is significantly less than the 15-minute timeframe used for planning by electricity suppliers. We implement a simplified model of a “Dachs F5.5” CHP (LPG, 5.5 kW<sub>el</sub>, 12.5 kW<sub>th</sub>) connected with a 750l buffer vessel in the software prototype. The simulation starts by creating a number of randomly initialized devices. For each device, the annual operation time is set to a value between 3000 and 5000 hours and the running state is set depending on the initial water temperature in storage. The storage temperature is bound above  $t_{\min}=50^{\circ}\text{C}$  and below  $t_{\max}=85^{\circ}\text{C}$  by the implementation, so the simulated devices never leave this range and reject the switch commands from the VPP’s central CHP controller if necessary. Heat requirement for each CHP are defined by the average heat requirement (given by annual operation time) and a scaling factor from the result of the ANN forecast.

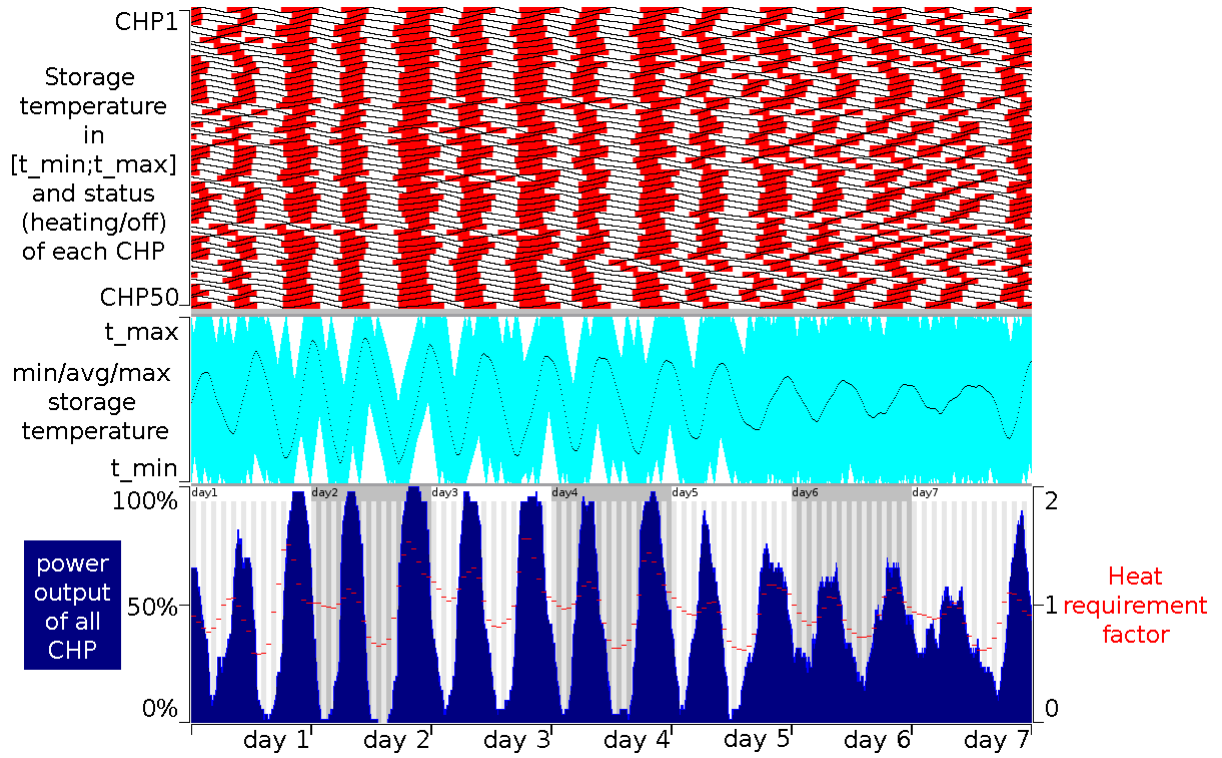


Figure 8. *Simulation of 50 CHP, without central controller*

Figure 8 shows the simulation results of “uncontrolled” (running without central controller, controlled by storage temperature only) 50 CHP. The oscillating power output sum is the result of the superposition of different switching frequencies. The same behavior was observed simulating a much higher number ( $n=5000$ ) of CHP. The simulation was carried out assuming that the different CHP involved started at arbitrary times.

The central controller must work against this “uncontrolled” behavior to fit a pre-specified power output profile. Optimizing to an accurate target power output curve causes high switching frequencies for the CHP. Using a target power output range defined by a minimum and maximum curve reduces the CHP switching frequency. The power output profile in production is defined by the differences between the predefined power output profile and the realized power output of wind and solar energy plants in the VPP.

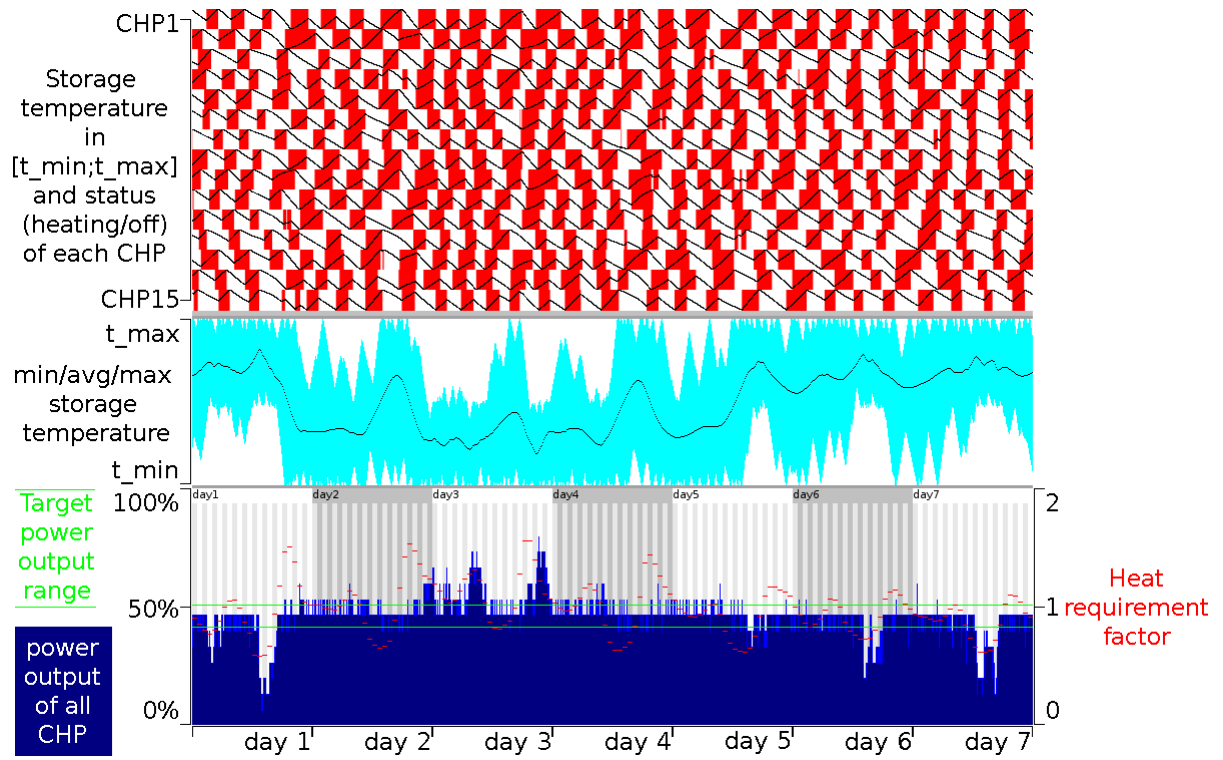


Figure 9. Simulation of 15 CHP, centrally controlled to fit the prespecified amount of power.

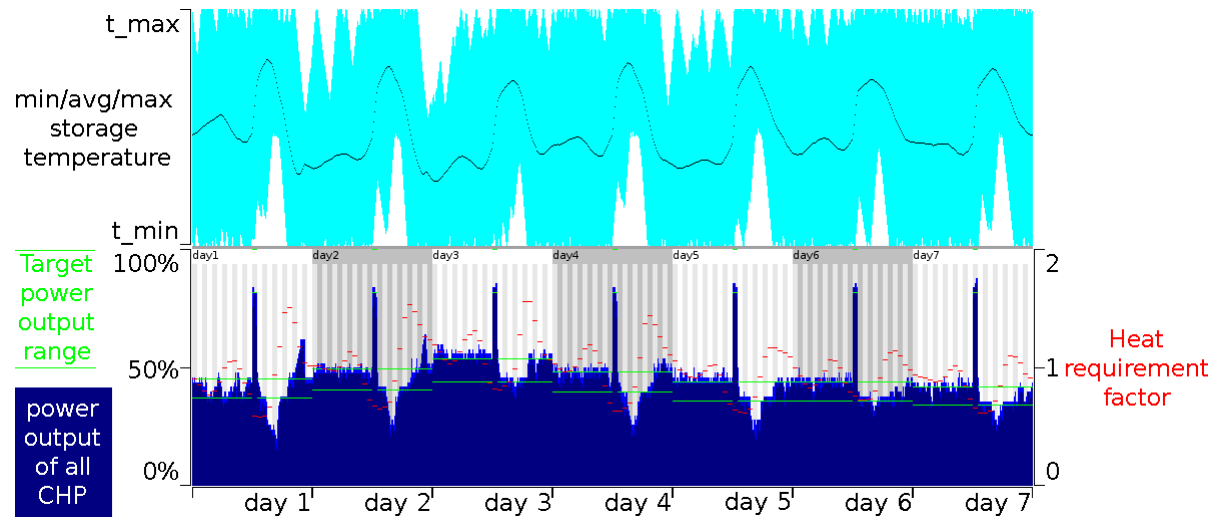


Figure 10. Short-time (one hour) doubled power

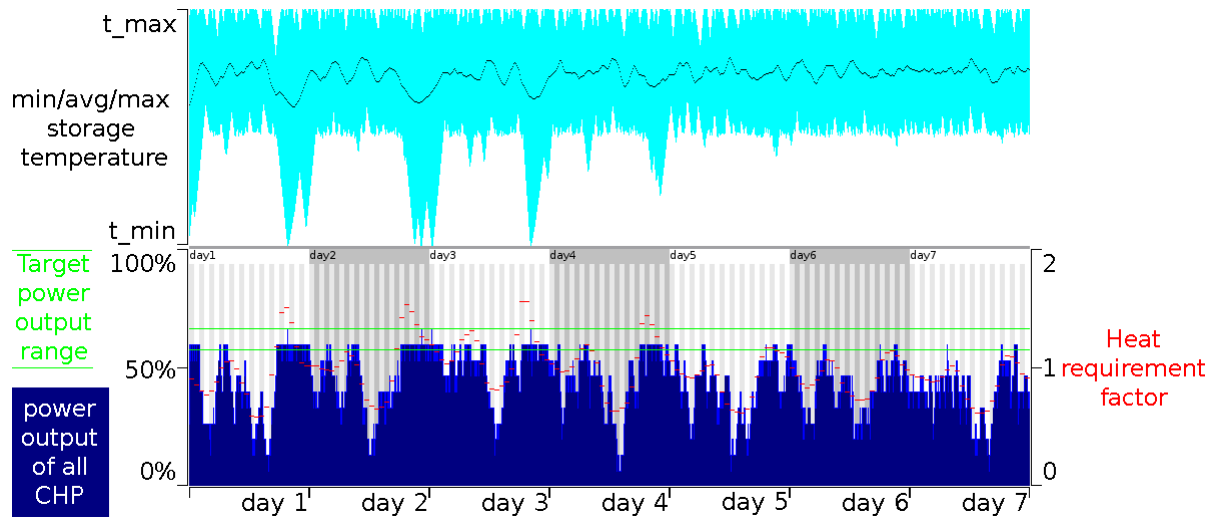


Figure 11. Long-time divergence between heat requirement and power output profile

Several controlling strategies were implemented.

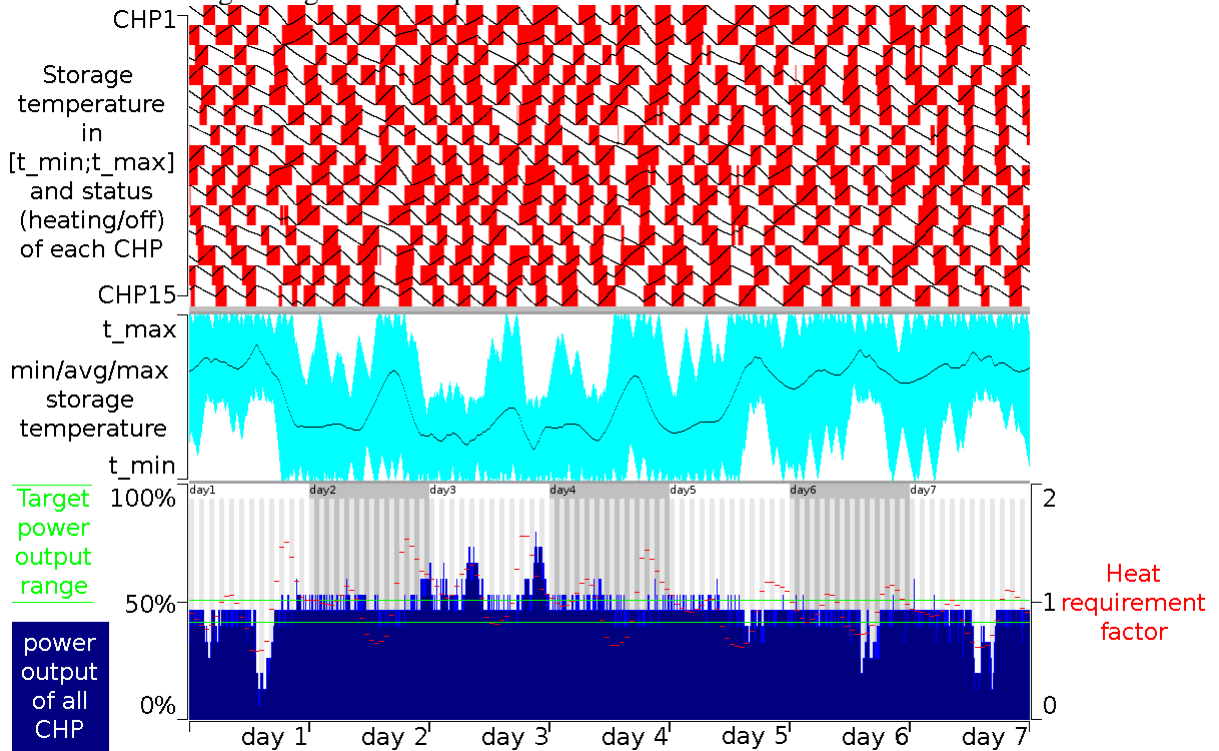


Figure 9 shows a simple controller that observes the power output of CHP and their running times and switches CHP on/off when the output is about to under-/overrun the target range. This strategy allows a minimal number of switching operations. A small number of CHP is already sufficient for fitting the



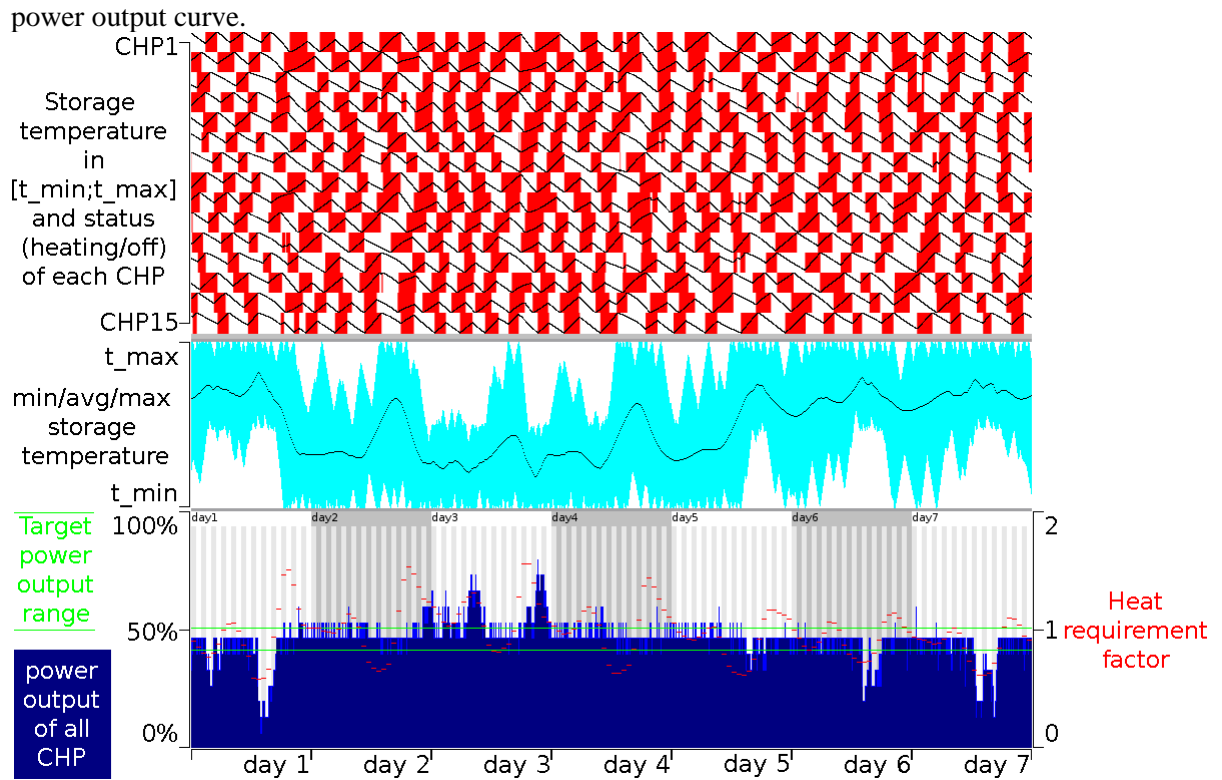


Figure 9 shows only 15 CHP that are centrally controlled to generate a power output in the range of 0.9 to 1.1 of the average power output. This power output profile deviates from the curve of the heat requirement, so a division of power output from heat requirement is possible. There are few control options: (Nearly) Zero power output (all CHP off) or (nearly) maximum power (all CHP running at the same time) output is possible for short time periods only (see

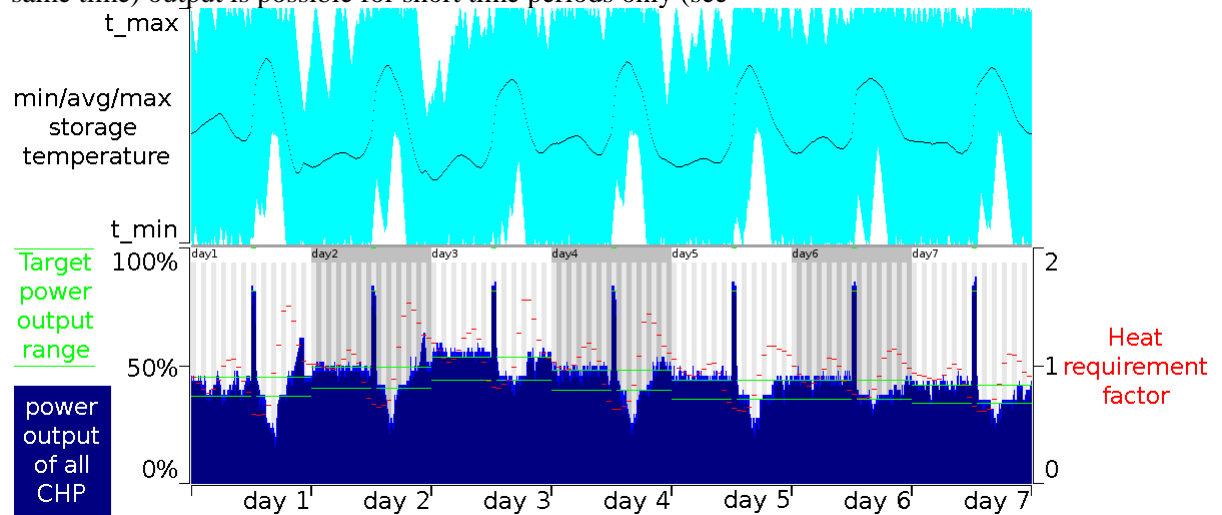


Figure 10 of doubled peak power for one hour), so the bridging time is limited. As shown in

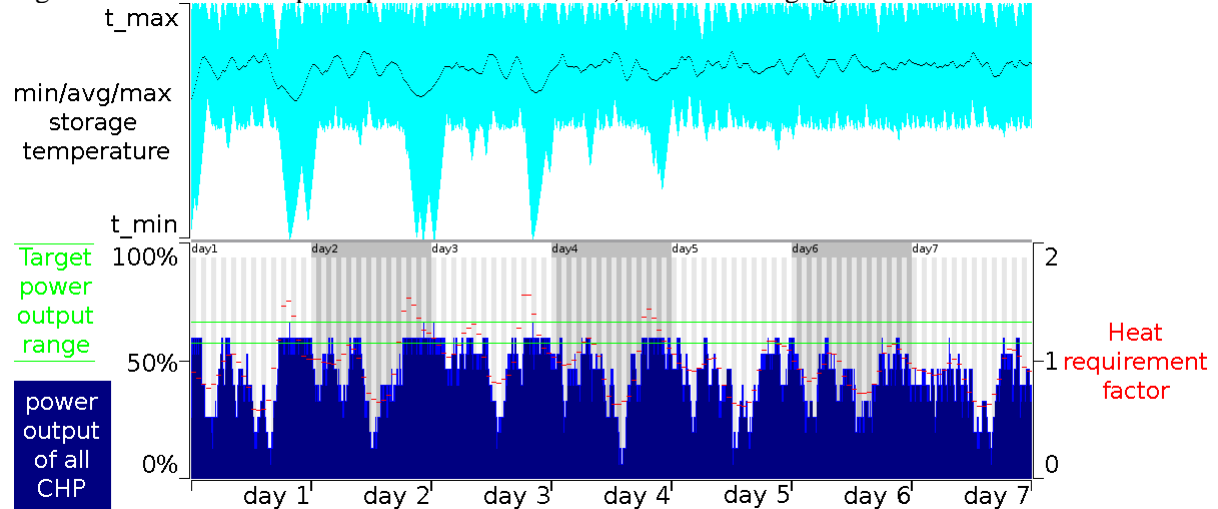


Figure 11, a longtime divergence between the heat requirement and power output profile will influence the average storage temperature and cause unwanted peaks in power output.

There must be a balanced distribution of parts in VPP to prevent long-time divergences. Each CHP has an average power output of 2.5kW (based on 4000 h/y average operation time); the maximum power output corresponds to a rise of +3.0kW. This shifting power is very small in comparison to the power of one single wind turbine (2000 kW average per new unit installed since 2009 [10]). A great number of CHP is required to clear the fluctuations of wind and solar power in VPP.

## 5 Load Controlling at Consumers by Variable Rates

The idea behind dynamic electricity rates is controlling consumer power usage by price. This assumes that low rates will increase and high rates will decrease power usage, so a shift in power consumption can be realized without central control of electrical devices in households. The load shifting should be realized primarily by “smart” home appliances, which are able to shift their operating times to low rate times without a loss in user comfort.

As there are no smart devices available at this time, we created prototype software to simulate the reaction to variable electricity rates. We started by identifying and classifying electrical home appliances capable of load shifting using an integrated controller. Of particular interest here are devices that operate without user interaction and that have a high share of household’s electricity consumption in the year 2020. This especially holds true for heating devices with storage function. Night-storage heater as a type of electrically powered heating installations that are already being used for load shifting.

These devices are not examined in the following, because they are no longer installed in new buildings, so their share will decrease. Water boilers with hot water storage are another type of heating devices with storage function. These devices have an annual electricity consumption of up to 6000 kWh (according to technical specification) and are installed in low energy buildings and passive houses, so a higher share of a household’s electricity consumption can be expected for the future.

The heating period and thus the power consumption can be decoupled from hot water demand by choosing the storage volume that is large enough that the hot water supply at the connected tapping point is guaranteed for 24 hours. In this case, the heating power required for 24 hours is known, and the heating power can be supplied at any time. Thus, a load shifting within 24 hours is possible without loss of comfort for the user.

Large household appliances such as washing machines, dryers and dishwasher are also well suited for a load shifting, as no user interaction is required during the operation. These devices are loaded and

switched on by the user first, and unloaded after the operation is complete. The time-distance between switching the device on and unloading is often much longer than the time required for operation, so the operation time can be shifted in this amount of time without incurring a loss of comfort for the user. Refrigerators and freezers are not considered, as the potentials for load shifting of the annual electricity consumption below 200 kW according to technical specification are low.

Completely inappropriate for load shifting are devices that require a permanent constant power (e.g. telecommunications equipment and IT infrastructure), or devices with direct user interaction such as computers, audio/video equipment, entertainment and cooking devices (stove, oven). Air conditioners for homes are equally inappropriate, as keeping a nearly constant temperature is not compatible with load shifting.

As a result we identified two generic classes of smart devices:

- **(ClassA)** Devices without time restriction and a given daily operation time, as a simplified model of water heater with large storage. The daily running time is based on running time of real water heaters.
- **(ClassB)** Devices running once (for few minutes to several hours) within a defined limited slice of time (of several hours, typically much longer than operation time), as simplified model of real devices such as dishwashers, washing machines, or dryers.

To analyze the behavior of the smart devices, there must be defined an electricity rate model for simulation. Dynamically priced electricity rates are much more complex than constantly priced electricity rates: A dynamically priced electricity rate model must define possible prices, steps as well as upper and lower limits, and must also determine how far in advance consumers will receive the price information. The model must not be too complex, so that it remains understandable to consumers and doesn't violate regulatory restrictions [3].

The price model planned for the field experiment and used in the simulation prototype is kept very simple: The rate is fixed at 0:00 for 24 hours in advance, and the price defined for each hour (between a defined minimum of 15Ct/kWh and maximum of 25Ct/kWh) is constant for at least two hours.

The software prototype is realized in Java and the discrete simulation represents the period of one day, using a resolution of one minute. The dynamic rate and both device classes were implemented. We assume that power consumption of each running device is constant. ClassA devices are defined by a random annual power usage between 800kWh and 5900kWh, and a random connected load between 800W and 4000W. ClassB devices are defined by an operation power usage of up to 3680W (16A, 230V) and a stand-by power usage up to 1W for a smart device controller. The operation time of ClassB devices is set randomly to up to 2 hours. A 4 hours operation time slice is placed randomly. Both time intervals can be configured. For calibration real world data will be collected in the field experiment. Price curves according to the dynamic rate model can be loaded from file or generated at random.

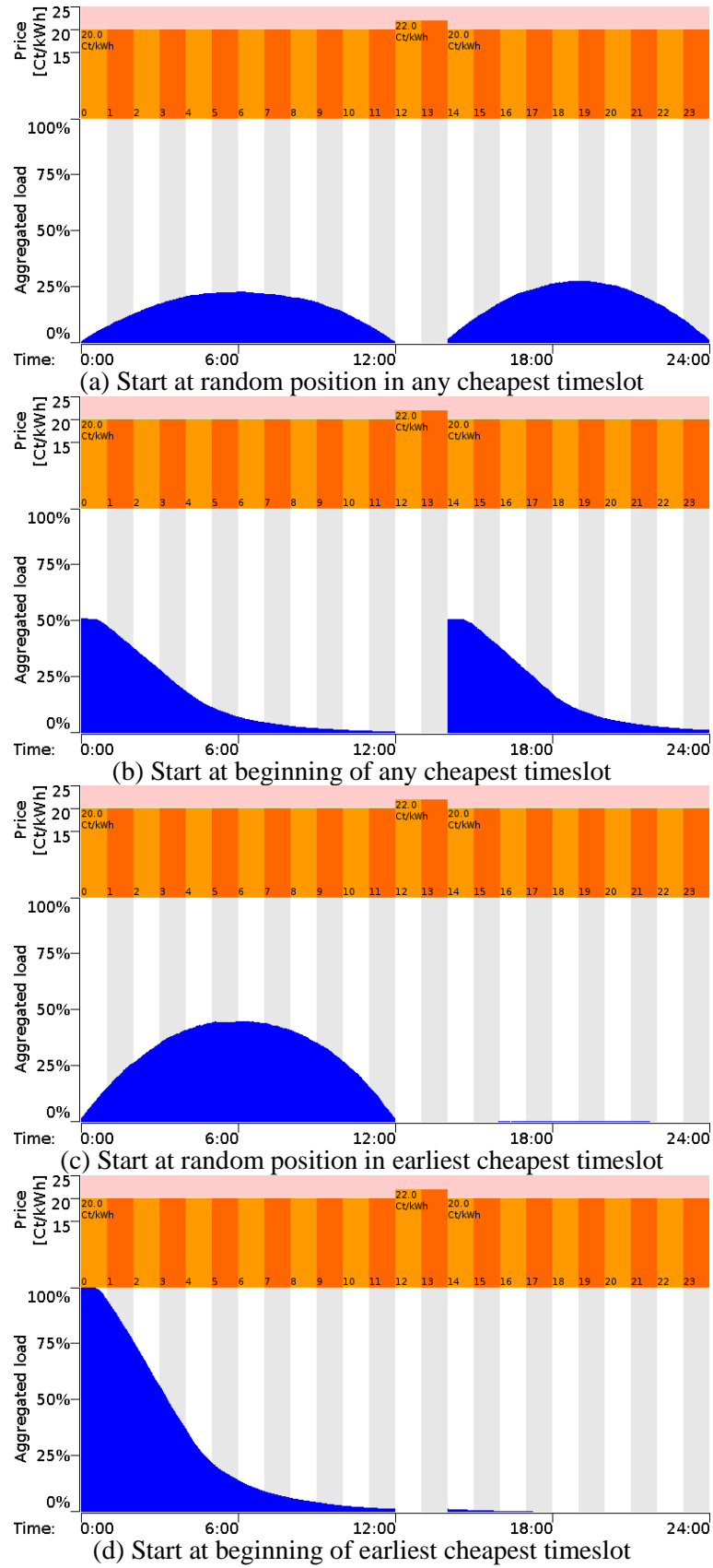
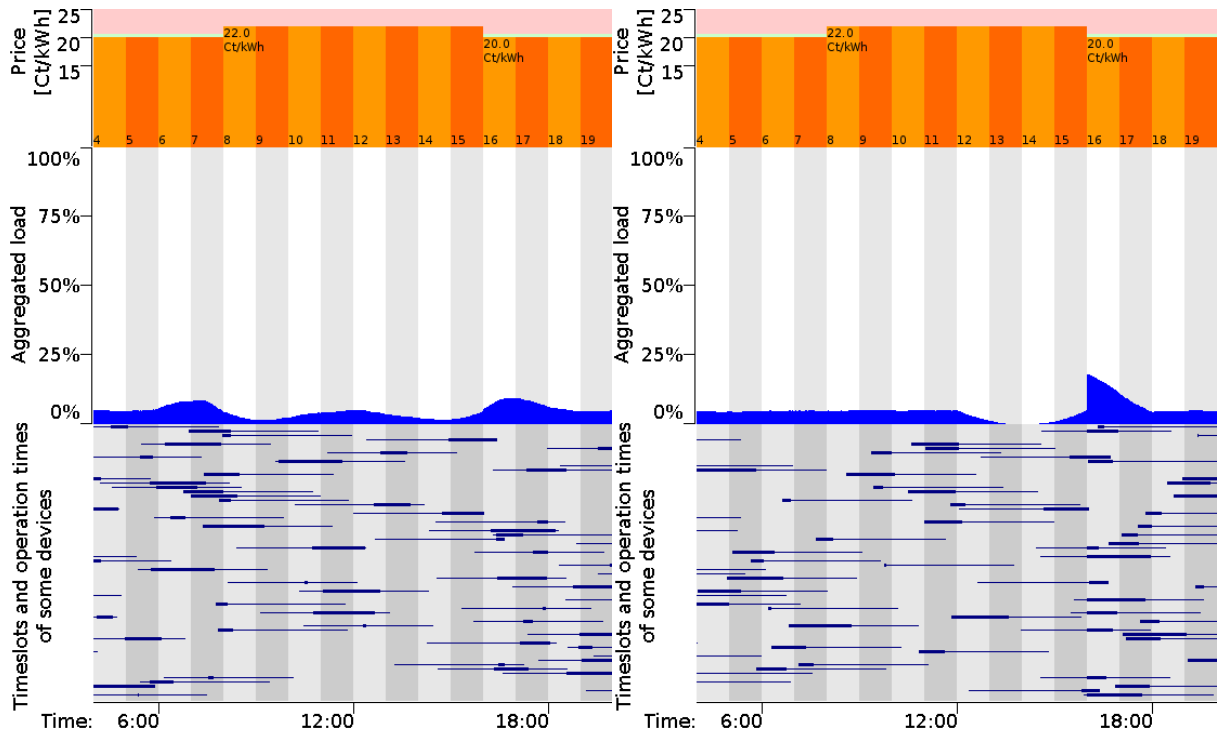


Figure 12. Power consumption curves of ClassA devices influenced by changing two parameters

As the optimization strategies used by real smart devices are unknown at the present time, there are several optimization parameters in the simulation prototype, but the simulated devices always select the cheapest operation time(s) as an optimal solution (for end customers in households), irrespective of the optimization parameter settings. Figure 12 shows that the load curve is heavily dependent on ClassA's optimization parameters, when the price curve stays constant. The load curve of ClassB devices is dependent on optimization parameters as well (see Figure 13), so it will be very important to observe the behavior of real world smart devices in the field experiment. This behavior can allow to calibrate our model. Presently the software prototype already allows to gauge probable future behavior.



(a) Start at random position in cheapest time period (b) Start at beginning of cheapest time period

Figure 13. Power consumption curves of ClassA devices influenced by changing optimization parameters

Figure 8 shows that there is no simple functional relation price  $\rightarrow$  consumption. Figure 13 (a) shows a clearly overshooting (consumption almost doubled) in the two hours (half of four hour time period) on either side of the higher price period and consumption increases in the center of the high-priced time interval.

When the operation time is placed at the earliest, cheapest timeslot, a different reaction follows: Figure 13 (b) shows constant power consumption at the rising price. Four hours (this is equal to the length of the time slice) before the price cut the power consumption starts to change: Two hours before the price cut the power consumption is reduced to zero. Directly after the end of the high price time period, there is a peak in power consumption (approximately quadrupled consumption).

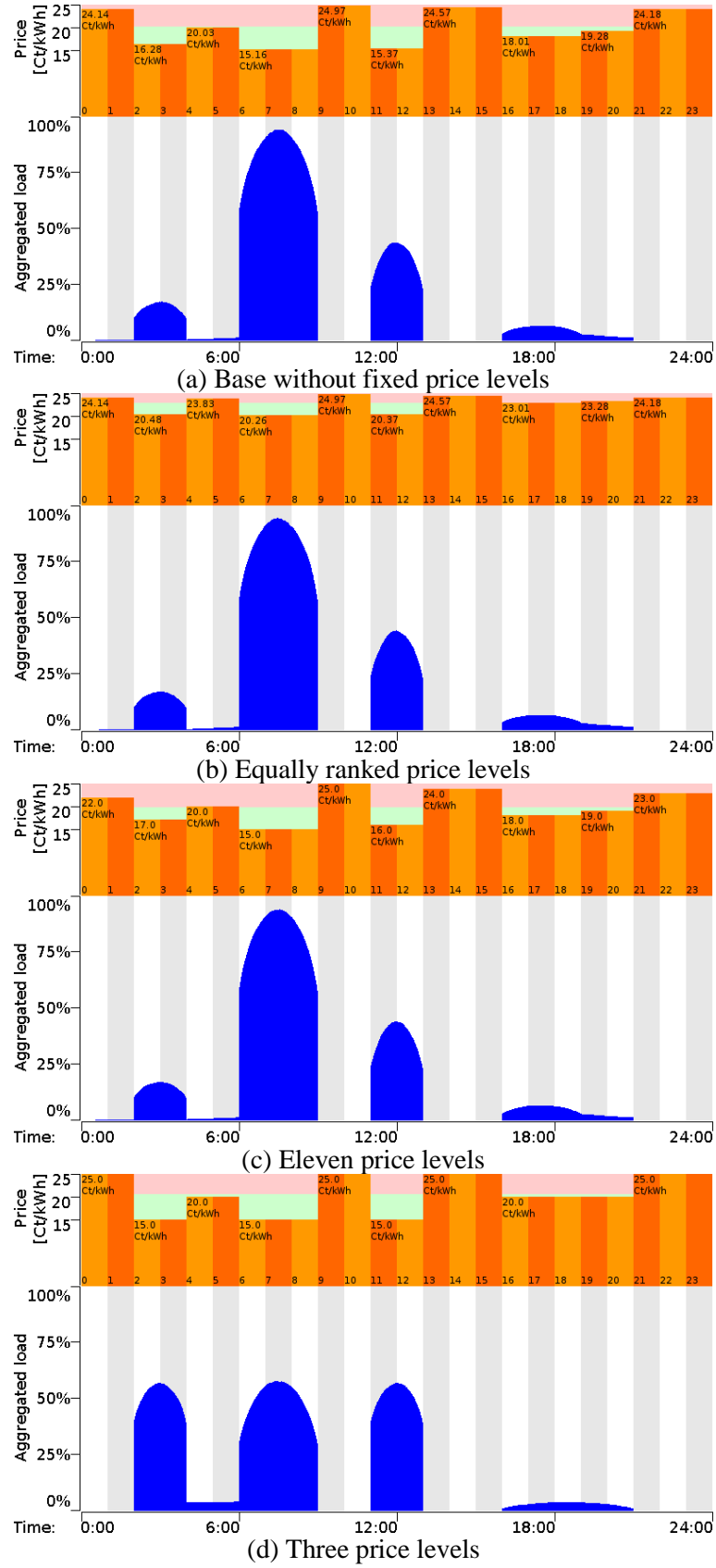


Figure 14. Power consumption curves of ClassB devices influenced by price levels

The control action for ClassA devices is based solely on the ranking of the price levels and concentrates on the time interval with the lowest price (see Figure 14). If daily operation time is longer than the cheapest time interval(s), the next lowest time intervals (ascending by price) are used. Even slight price differences show a control action (see Figure 14 (b)), absolute prices and relative price changes have no effect.

Figure 14 (b) shows that another, equally ranked price curve does not influence the power consumption curve. For ClassB devices, the local ranking of the price levels (within the time slice) also has the strongest effect. If the operation time is shorter than the cheapest local time interval (within the time slice), the device is activated within this time interval.

For operation times that are longer than the cheapest local time interval, the operating time is placed to cover two or more different priced time intervals. Here, the cheapest time intervals are not always included, so the absolute prices and price differences between price steps can influence the device operation times and thus the power consumption curve.

A finite number of price levels has no negative influence on the control action of the price curve. The pricing model we used, with a constant price for at least two hours, allows a maximum of twelve price levels on the day. To simplify the pricing model, a restriction to eleven non-fractional cent price steps (15 cent to 25 cent) is suitable.

Figure 14 (c) shows that this reduction (with preservation of the ranking) has no significant influence on the power consumption curve. A greater reduction of price levels, as implemented in the three level “traffic light model” of MeRegio model region [16], significantly reduces the control effect, as shown in Figure 14 (d).

The results of the simulation show, that price can affect power consumption. This is only possible if detailed knowledge exists about the behavior of all devices controlled in this way. As the work on simulation started long before the beginning of the field experiment, it is possible to incorporate the first findings of the reaction to dynamic priced electricity rates into the design of the field experiment. On the other hand, the simulation is flexible enough to incorporate design choices of device manufacturers.

## 6 Conclusions and Outlook

The future electricity sector will be characterized by much more renewable energy and decentralized capacities. The paper deals with the question, how to face the challenges of this transition (e.g. due to fluctuations). Therefore the objective and the used methodologies are of current interest. Beside a literature research the authors develop and use simulation tools to obtain results with regard to the problem of two-sided load shifting.

In this paper we show that adequate load shifting is able to significantly increase the proportion of regenerative energy sources, even within today’s electricity grids. One innovation introduced here is the use of load shifting, not only on the producer side, but also to implement a price induced load shifting on the consumer side. Methodologically we demonstrate that a combination of nonlinear and rule based modeling proves to be adequate for tackling this problem. ANN extract relations from historical data to infer CHP requirements. These forecasts are then fed back into a rule based simulation.

An important aspect of our work is that only existing control options are used on the production side. On the consumer side, the only investment needed for now is in control devices and forecast methods in today’s information systems. On the long run, there will be a need for investments in new grid infrastructures when taking the rising share of renewable, fluctuating energy into account.

The practical validity of our approach can only be verified in a field experiment, which will take place in 2012. The field experiment will be based on our simulation results. Our simulations make certain

assumptions, which will not necessarily be implemented in real devices. Behavior of devices and electricity rates are not known today. Standards have yet to be defined for both aspects. The field experiment will be used to collect data and calibrate our simulations. We will especially be able to compare device and load data with and without load shifting. The goal of the field experiment is to ascertain the practical implementation of the information systems and forecast methods presented here.

It is unclear whether totally flexible electricity rates will be accepted by the authorities. Such rates are, arguably, not consumer friendly. Relatedly, we cannot be sure that enough CHP will be available in the future. A lack of CHP would significantly reduce the control options of the VPP operator. It may be necessary to alter the general conditions for CHP operations. More subsidies for CHP investment and operation can raise the number of deployed CHP. CHP subsidies may not be the most beneficial mean to achieve a higher fraction of renewable energy in electricity grids.

Several research questions remain. An important challenge is to estimate a price curve for households that yields the desired load shifting result. Our simulations show that small changes in basic assumptions can lead to large changes in device behavior. The devices we consider are rather simple. In a real application we will encounter much more sophisticated devices. For example, cooling devices like fridges could be used for load shifting under certain circumstances. A thorough analysis of thermal conditions is then needed. Several different CHP types are also of interest: there are, for example, CHP with additional heating elements for unused power. Finally, our model does not include the possible disconnection of wind and solar generated power in case of overproduction. Although such a disconnection is not what we want, it may be necessary in some situations. Our work contributes towards a decentralized energy management system based on integrated information systems and advanced forecast methods.

Overall, when we take a look at the project scenario (year 2020) in its entirety, many problems still have to be overcome. For this, the hitherto largely hierarchically organized communication infrastructure of the energy sector must be replaced by a system that can communicate with a variety of distributed generators, storage units and loads. So far, however, a variety of different standards and protocols complicate the creation of such a system on both sides (supplier and consumer). In addition to technology and structure problems, currently also the pricing of portfolio owners or supplier etc. as well as the contractual conditions of all parties will come under scrutiny.

## 7 References

- [1] P. Bartels and M. H. Breitner. Real-time market valuations of options based on web mining and neurosimulation. In H. "Osterle, J. Schelp, and R. Winter, editors, *Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS) 2007*, St. Gallen, pages 466–479, 2007.
- [2] J. Becker, H. Krcmar, and B. Niehaves, editors. *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*. Physica-Verlag Heidelberg, 2009.
- [3] S. Benz. Energieeffizienz durch intelligente Stromzähler – Rechtliche Rahmenbedingungen. *Zeitschrift für Umweltrecht*, 10:457–463, 2008.
- [4] S. Betz and H. V. Poor. *Energy Efficiency in Multi-hop CDMA Networks: A Game Theoretic Analysis*. 2006.
- [5] S. Bilecki. *Verbrauchsseitige Barrieren von E-energy in privaten Haushalten*. GRIN Verlag, 2009.
- [6] C. Block, J. Collins, W. Ketter, and C. Weinhardt. *A Multi-Agent Energy Trading Competition*. Technical Report ERS-2009-054-LIS, RSM Erasmus University, Rotterdam, The Netherlands, 2009.
- [7] P. Brandt. IT in der Energiewirtschaft. *Wirtschaftsinformatik*, 49(5):380–385, October 2007.
- [8] R. Braun and W. Esswein. Eine Methode zur Konzeption von Forschungsdesigns in der konzeptuellen Modellierungsforschung. In J. Schelp, R. Winter, U. Frank, B. Rieger, and K. Turowski, editors, *Data Warehousing*, volume 90 of LNI, pages 143–172. GI, 2006.



- [9] M. H. Breitner, F. Köller, S. König, and H.-J. von Mettenheim. Intelligent decision support systems and neurosimulators: A promising alliance for financial services providers. In H. Österle, J. Schelp, and R. Winter, editors, *Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS) 2007*, St. Gallen, pages 478–489, 2007.
- [10] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Strom aus erneuerbaren Energien: Zukunftsinvestition mit Perspektiven, June 2009.
- [11] Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V. Mikro-KWK-Anlagen. [http://bkwk.de/download/Mikro\\_KWK\\_Anlagen.pdf](http://bkwk.de/download/Mikro_KWK_Anlagen.pdf), March 2008. (accessed 2010-08-19).
- [12] G. Deconinck. Metering, Intelligent Enough for Smart Grids? In Z. Lukszo, G. Deconinck, and M. P. C. Weijnen, editors, *Securing Electricity Supply in the Cyber Age*, volume 15 of *Topics in Safety, Risk, Reliability and Quality*, pages 143–157. Springer Netherlands, 2010.
- [13] J. Dibbern, T. Goles, R. Hirschheim, and B. Jayatilaka. Information systems outsourcing: a survey and analysis of the literature. *The DATA BASE for Advances in Information Systems*, 35(4):6–102, 2004.
- [14] Directorate-General for Energy and Transport. EU Energy Security and Solidarity Action Plan: 2nd Strategic Energy Review, 2008.
- [15] C. Dötsch, A. Kanngießer, and D. Wolf. Speicherung elektrischer Energie-Technologien zur Netzintegration erneuerbarer Energien. *UmweltWirtschaftsForum*, 17(4):351–360, 2009.
- [16] EnBW Energie Baden-Württemberg AG. Wie funktioniert der dynamische MeRegio-Tarif? [http://www.enbw.com/content/de/privatkunden/innovative\\_tech/mergio/erwartungen/tarif/index.jsp](http://www.enbw.com/content/de/privatkunden/innovative_tech/mergio/erwartungen/tarif/index.jsp), 2010. (accessed 2010-07-28).
- [17] L. Fahey and V. Narayanan. *Macroenvironmental analysis for strategic management*. West Publishing, St. Paul, Minnesota, 1986.
- [18] Fettke. State of the Art of the State of the Art - A study of the research method "Review" in the information systems discipline. *Wirtschaftsinformatik*, 48(4):257–266, 2006.
- [19] H. Frey. Lastmanagement mit intelligenten Tarifen. *Elektrotechnik und Informationstechnik*, 126(10):358–364, October 2009.
- [20] A. Gericke and R. Winter. Entwicklung eines Bezugsrahmens für Konstruktionsforschung und Artefaktkonstruktion in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*, pages 195–210. Physica-Verlag HD, 2009.
- [21] S. Hartge and F. Fischer. Power plant capabilities of wind turbines regarding short-circuit behaviour, bottleneck management, reactive power supply and voltage control. *Elektrotechnik und Informationstechnik*, 121(4):121–127, 2004.
- [22] S. Haykin. *Neural Networks and Learning Machines*. Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey, 3rd edition, 2009.
- [23] L. J. Heinrich. *Wirtschaftsinformatik als Schlüssel zum Unternehmenserfolg*, chapter Forschungsmethodik der Wirtschaftsinformatik – Fortschrittskonzept und Fortschrittsmessung, pages 3–17. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2006.
- [24] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram. Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1):75 – 105, 2004.
- [25] P. Himmes, P. Vogel, C. Weber, and M. L. und Uwe Dietze. Geschäftsmodelle für eine effiziente Nutzung von  $\mu$ KWK-Anlagen. *UmweltWirtschaftsForum*, 16(3):143–147, September 2008.
- [26] D. Hinke, E. M. Kurscheid, and M. Miluchev. Wirtschaftlichkeitsanalyse eines virtuellen Minutenreserve-Kraftwerks aus dezentralen Klein-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, 33(2):127–134, June 2009.
- [27] R. Johnson, A. Onwuegbuzie, and L. Turner. Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2):112, 2007.
- [28] A. Kamper and A. Eßer. Strategies for Decentralised Balancing Power. In *Biologically-Inspired Optimisation Methods*, volume 210 of *Studies in Computational Intelligence*, pages 261–289. Springer Berlin / Heidelberg, 2009.
- [29] M. Klobasa. Integration von Offshore-Windeinspeisung in das deutsche Elektrizitätsnetz. In 6. Internationale Energiewirtschaftstagung (IEWT2009), Wien, 2009.

- [30] S. Lamnek. Qualitative Sozialforschung. Beltz Verlag, Weinheim, Basel, 2005.
- [31] P. Mayring. Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Beltz Verlag, Weinheim, Basel, 2008.
- [32] M. Mikulaschek. Kooperation und Wettbewerb: Spieltheoretische Betrachtung am Beispiel Energiemarkt. GRIN Verlag, Norderstedt, 2007.
- [33] D. Nestle, J. Ringelstein, and P. Selzam. Integration dezentraler und erneuerbarer Energien durch variable Strompreise im liberalisierten Energiemarkt. UmweltWirtschaftsForum, 17(4):361–365, 2009.
- [34] E. T. Nwaeze. Deregulation of the Electric Power Industry: The Earnings, Risk, and Return Effects. Journal of Regulatory Economics, 17(1):49–67, 2000.
- [35] R. P. O’Neill, E. B. Fisher, B. F. Hobbs, and R. Baldick. Towards a complete real-time electricity market design. Journal of Regulatory Economics, 34(3):220–250, 2008.
- [36] A. Orth. Multikriterielle, optimale Planung von Verteilungsnetzen im liberalisierten Energiemarkt unter Verwendung von spieltheoretischen Verfahren. PhD thesis, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2003.
- [37] C. Schulz, G. Röder, and M. Kurrat. Virtual Power Plants with combined heat and power micro-units. In Future Power Systems 2005, Amsterdam, 2005.
- [38] SenerTec GmbH. Product range. <http://www.senertec.de/index.php?id=11&L=1>. (accessed 2010-07-27).
- [39] SenerTec GmbH. The Dachs - The Microcogeneration - Technical Data, July 2009.
- [40] E.-B. Swanson and N.-C. Ramiller. Information systems research thematics: Submissions to a new journal, 1987-1992. Information Systems Research, 4(4):299–330, 1993.
- [41] F. Teuteberg and D. Wittstruck. A Systematic Review of Sustainable Supply Chain Management Research. In M. Schumann, L. M. Kolbe, M. H. Breitner, and A. Frerichs, editors, Multikonferenz der Wirtschaftsinformatik 2010, pages 1–15. Universitätsverlag Göttingen, 2010.
- [42] utilicount GmbH & Co. KG. Smart Watts. <http://www.smartwatts.de>. (accessed 2010-08-11).
- [43] J. Vom Brocke, A. Simons, B. Niehaves, K. Riemer, R. Plattfaut, and A. Cleven. Reconstructing the giant: on the importance of rigour in documenting the literature search process. In Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems, Verona, pages 3226–3238, 2009.
- [44] S. von Roon and M. Steck. Dezentrale Bereitstellung von Strom und Wärme mit Mikro-KWK-Anlagen. UmweltWirtschaftsForum, 17(4):313–319, December 2009.
- [45] T. Wilde and T. Hess. Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. Wirtschaftsinformatik, 49(4):280–287, 2007.
- [46] B. Wille-Haussmann, T. Erge, and C. Wittwer. Decentralised optimisation of cogeneration in virtual power plants. Solar Energy, 84(4):604 – 611, 2010. International Conference CISBAT 2007.
- [47] M. Zinke. E-Energy–IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft. Technical report, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), 2008.

---

**A8**

---

**Lastmanagement von Energienetzen - ein integriertes Entscheidungsunterstützungssystem<sup>333</sup>**

---

**Autoren:** Hans-Jörg von Mettenheim, Cornelius Köpp, Marc Klages, Michael H. Breitner

Eingereicht für Sonderausgabe Heft 1/2012 - Internet der Energie / Smart Grids - der Wirtschaftsinformatik und in erster Review-Runde befindlich.

**Abstrakt:** Die zunehmende Verbreitung dezentral eingespeister erneuerbarer Energien führt zu Stabilitätsproblemen in Stromnetzen. Im Gegensatz zu gut prognostizier- und steuerbaren konventionellen Kraftwerken ist die Energieerzeugung aus Windkraft und Photovoltaikanlagen aufgrund von umweltbedingten Fluktuationen nur deutlich kurzfristiger und ungenauer zu prognostizieren. Grundsätzlich können sowohl Erzeuger als auch Verbraucher helfen, die Stabilitätsproblematik in Ansätzen zu mildern. Zu diesem Zweck wird im vorliegenden Aufsatz ein integriertes Entscheidungsunterstützungssystem vorgeschlagen, das Steuerungsvorschläge zur Beeinflussung des Verhaltens von Erzeugern und Verbrauchern unterbreitet. Auf der Erzeugerseite dienen Blockheizkraftwerke im Verbund als virtuelles Kraftwerk zum Lastausgleich. Basierend auf Prognosen bietet der Betreiber des virtuellen Kraftwerks einen Lastgang an. Auf spätere Abweichungen kann dann in Echtzeit durch geeignete Steuerung der Blockheizkraftwerke reagiert werden. Auf der Verbraucherseite kommt eine anreizbasierte Steuerung über Preissignale zum Einsatz. Intelligente Geräte reagieren auf die in Echtzeit übermittelten Strompreise dadurch, dass sie ihre Ausführungszeit auf einen Zeitraum günstiger Energie verlegen. Für den Feldversuch ist es zunächst notwendig, die intelligenten Geräte zu simulieren. Das Ergebnis der Simulation wird dazu verwendet, ein künstliches neuronales Netz zu trai-

---

<sup>333</sup> von Mettenheim et al. (2011).

nieren. Mit diesem künstlichen neuronalen Netz lassen sich für gewünschte Lastverschiebungen geeignete Preissignale ermitteln.

## **Titel: Lastmanagement von Energienetzen**

### **Untertitel: Ein integriertes Entscheidungsunterstützungssystem**

**Zusammenfassung:** Die zunehmende Verbreitung dezentral eingespeister erneuerbarer Energien führt zu Stabilitätsproblemen in Stromnetzen. Im Gegensatz zu gut prognostizier- und steuerbaren konventionellen Kraftwerken ist die Energieerzeugung aus Windkraft und Photovoltaikanlagen aufgrund von umweltbedingten Fluktuationen nur deutlich kurzfristiger und ungenauer zu prognostizieren. Grundsätzlich können sowohl Erzeuger als auch Verbraucher helfen, die Stabilitätsproblematik in Ansätzen zu mildern. Zu diesem Zweck wird im vorliegenden Aufsatz ein integriertes Entscheidungsunterstützungssystem vorgeschlagen, das Steuerungsvorschläge zur Beeinflussung des Verhaltens von Erzeugern und Verbrauchern unterbreitet. Auf der Erzeugerseite dienen Blockheizkraftwerke im Verbund als virtuelles Kraftwerk zum Lastausgleich. Basierend auf Prognosen bietet der Betreiber des virtuellen Kraftwerks einen Lastgang an. Auf spätere Abweichungen kann dann in Echtzeit durch geeignete Steuerung der Blockheizkraftwerke reagiert werden.

Auf der Verbraucherseite kommt eine anreizbasierte Steuerung über Preissignale zum Einsatz. Intelligente Geräte reagieren auf die in Echtzeit übermittelten Strompreise dadurch, dass sie ihre Ausführungszeit auf einen Zeitraum günstiger Energie verlegen. Für den Feldversuch ist es zunächst notwendig, die intelligenten Geräte zu simulieren. Das Ergebnis der Simulation wird dazu verwendet, ein künstliches neuronales Netz zu trainieren. Mit diesem künstlichen neuronalen Netz lassen sich für gewünschte Lastverschiebungen geeignete Preissignale ermitteln.

**Stichworte:** Lastausgleich, Virtuelle Kraftwerke, Management komplexer Energiesysteme, Künstliche Neuronale Netze, Monte Carlo Simulation, Smart Devices

## **Title: Load Management of Power Grids**

### **Subtitle: An Integrated Decision Support System**

**Abstract:** Decentralized renewable energy sources become more and more common. However, this leads to stability issues in power grids. Conventional energy sources are easy to control and forecast. In contrast, wind and solar power are much more difficult to forecast. The forecast is only possible shorter term and more imprecise. Generally, producers and consumers of energy can try to help reducing stability problems. An integrated decision support system is proposed. The decision support system outputs recommendations how to alter the behavior of producers and consumers. On the producer side centrally controlled heat and power plants are able to load shift in the context of a virtual power plant. The plant operator offers a load curve based on forecasts. The centrally controlled heat and power plants help to mitigate the effect of revised forecasts in realtime.

An incentive based control on the consumer side is proposed. Smart appliances react to real time pricing information. They alter their execution window towards the cheapest time slot. The exact behavior of appliances in the field experiment is still partially unknown. It is necessary to simulate the behavior of these appliances. The simulation result is used to train an artificial neural network. The artificial neural network allows to compute the pricing signal leading to a desired load shift.

**Keywords:** Load Balancing, Virtual Power Plant, Management of Complex Energy Systems, Artificial Neural Networks, Monte Carlo Simulation, Smart Devices

**Vorspann:** Die zunehmende Verbreitung dezentral eingespeister erneuerbarer Energien führt zu immer größeren Problemen bei der Netzstabilität. Grundsätzlich können Erzeuger und Verbraucher zur Minderung der Stabilitätsproblematik beitragen. Zu diesem Zweck wird ein integriertes Entscheidungsunterstützungssystem vorgeschlagen. Auf der Erzeugerseite dienen Blockheizkraftwerke zum Lastausgleich im Virtuellen Kraftwerk. Basierend auf Prognosen bietet der Betreiber einen Lastgang an. Optimale Steuerung der Blockheizkraftwerke gleicht Abweichungen aus. Auf der Verbraucherseite beeinflussen Preissignale intelligente Geräte. Das System ermittelt optimale Preissignale. Hierdurch kann ein Teil des Haushaltsstromverbrauchs verschoben werden: „wenn die Sonne scheint, läuft die Waschmaschine“. Lediglich die Kommunikationsrichtung vom Erzeuger zum Verbraucher wird benötigt, ein Rückkanal entfällt. Die praktische Umsetzung des integrierten Entscheidungsunterstützungssystems erfolgt im Feldversuch.

## 1 Einleitung

Nicht nur in Deutschland verändert sich zunehmend die Erzeugerstruktur im Stromnetz (Goutard, S. 1; Brandt, S.1; Eßer et al. 2007, S. 335). Unter anderem bedingt durch gesetzliche Vorgaben (Appelrath und Chamoni 2007, S. 329) ist ein Trend hin zur dezentralen Einspeisung durch kleine Anlagen zu verzeichnen. Insbesondere handelt es sich dabei um Windkraftanlagen (WKA), Photovoltaikanlagen (PVA) und Blockheizkraftwerke (BHKW). Kennzeichnend ist, dass diese PVA, BHKW (und teils auch kleine WKA) häufig privat von einzelnen Haushalten betrieben werden. Eine zentrale Steuerung ist im Allgemeinen bislang nicht möglich. In der Regel erfolgt die Einspeisung zu jahrelang garantierten subventionierten Sätzen (Andor et al. 2010, S. 91ff.).

Mittlerweile erzeugen jedoch allein PVA so viel Strom, dass dies zu einer Gefahr für die Stabilität des Stromnetzes wird (Bode und Groscurth 2011, S. 2f.; Fechner 2009, S. 327). Bei WKA ist die Situation ähnlich (Sioshansi 2010). Für den Betreiber einer WKA oder PVA oder auch eines geförderten BHKW besteht zurzeit kein Anreiz, in die Erzeugung seiner Anlagen steuernd einzugreifen. Bei WKA und PVA ist dies auch nicht erwünscht: bei diesen Anlagentypen besteht die einzige Steuerungsoption in der (teilweisen) Abschaltung der Erzeugung.

Zur Umgehung dieses Problems wurde das Konzept des Virtuellen Kraftwerks (VKW) eingeführt (Brauner 2003, S. 371ff.). Hierzu existieren verschiedene Definitionen und Ansätze (Lehnhoff 2010; Steck 2009; Waniek und Rehtanz 2010, S. 186f.; Nowotny 2008, S. 329). In diesem Aufsatz wird hierunter die Kombination mehrerer dezentraler WKA, PVA und BHKW zu einer logischen Einheit verstanden. Das VKW kann sich im Aggregat ähnlich einem konventionellen Kraftwerk verhalten und hat das Ziel, einen vereinbarten Lastgang zu liefern (Groschke et al. 2009, S. 14ff.). Offen bleibt jedoch meist die Frage, wie dieses erwünschte Verhalten umzusetzen ist. Der vorliegende Aufsatz stellt hingegen einen Ansatz vor, welcher auf eine Abschaltung der regenerativen Energien verzichtet und den VKW-Betreiber durch Steuerungsvorschläge für die im VKW laufenden BHKW bei der Einhaltung des gewünschten Lastgangs unterstützt.

BHKW werden in der Regel wärmegeführt betrieben (Roon und Steck 2009, S. 313ff.). Das heißt, sie werden primär eingesetzt, um den Wärmebedarf (Warmwasser und Heizung) eines Gebäudes zu decken. Strom ist in diesem Kontext ein „Abfallprodukt“. Dies führt zu einem insgesamt hohen Wirkungsgrad. Durch einen großen Warmwasserspeicher ist der genaue Zeitpunkt der Warmwasserproduktion jedoch nicht zeitkritisch. Dieser Puffer kann verwendet werden, um bei (un)vorhergesehener Unterversorgung mehr Strom und damit auch wärmeres Wasser zu produzieren. Umgekehrt kann das BHKW bei einer netzweiten oder lokalen Überversorgung mit Strom ausgeschaltet werden bzw. bleiben. Die Temperatur des Warmwasserspeichers sinkt dann ab, ohne jedoch den Komfort des Betreibers zu beeinträchtigen.

Viele Ansätze verfolgen das Ziel, auf der Erzeugerseite die Lastkurve zu glätten. Zu bestehenden Konzepten siehe auch Tröschel und Appelrath (2009, S. 141-143). In diesem Aufsatz wird argumentiert, dass eine Glättung nicht das primäre Ziel sein muss. Vielmehr liegt der Fokus darauf, die Erzeu-

gung und den Verbrauch ins Gleichgewicht zu bringen. Hierzu kann und muss auch der Verbrauch durch geeignete Maßnahmen beeinflusst werden. Hier sollte eine möglichst einfache Technik zur Anwendung kommen, da diese potentiell in allen Haushalten benötigt wird. Buhl und Jetter (2009, S. 319) stellen dar, „dass mehr als 90 Prozent der Befragten [in einer Verbraucherstudie in zwölf Ländern] sich nicht nur intelligente Stromzähler, sondern auch Instrumente zur besseren Steuerung ihrer Energienutzung wünschen“. Es ist somit davon auszugehen, dass die Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur eine nur geringe Hürde darstellt. Bedenken bestehen auf Verbraucherseite hinsichtlich des Datenschutzes (Bilecki 2009, S. 60). Das Modell des vorliegenden Aufsatzes benötigt jedoch lediglich aggregierte Verbrauchswerte, also keinen individuellen Rückkanal. Es ist damit aus Datenschutzsicht unproblematischer. Die rechtlichen Rahmenbedingungen und die Akzeptanz von Smart Metering erscheinen bislang noch unsicher (Benz 2008, S. 460f.; Kranz et al. 2010, S. 2f.; Wittmann und Bruckner 2007, S. 352).

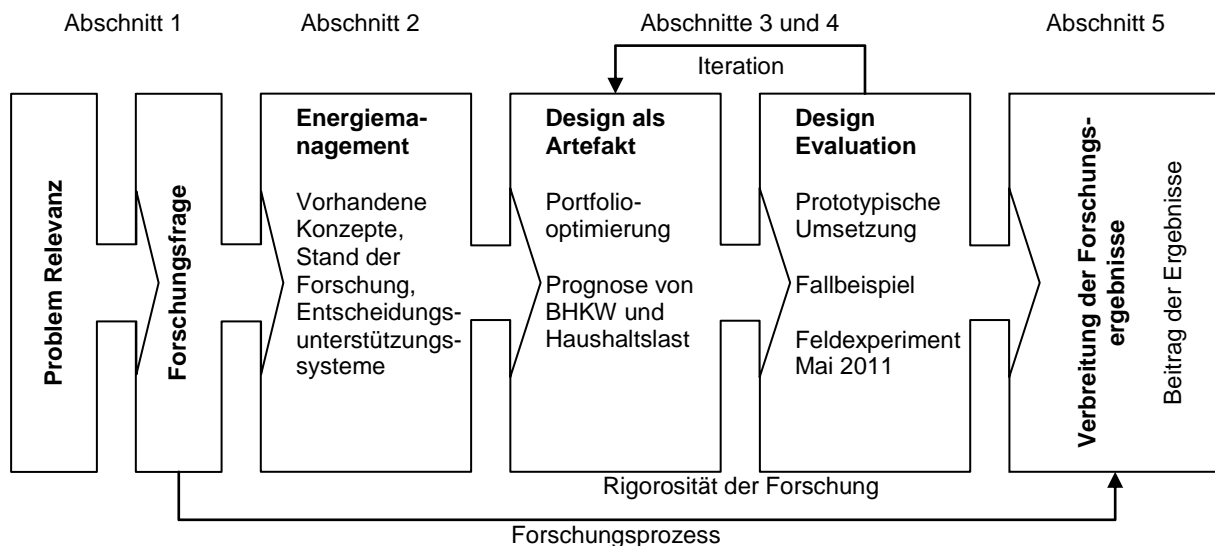
Der vorliegende Aufsatz stellt ergänzend zur Steuerung auf Erzeugerseite eine anreizbasierte Steuerung mittels Preissignalen in Echtzeit vor. Diese Preissignale können von intelligenten Geräten (Smart Devices) (Nestle et al. 2009, S. 361ff.) empfangen werden. Eine sinnvolle Reaktion der Geräte ist darin zu sehen, dass diese automatisch den günstigsten Ausführungszeitraum verwenden (Quadt 2009, S. 85ff.). Um Komfortverlust zu vermeiden, kann der Benutzer Zeitgrenzen vorgeben. Laut Moldering et al. (2010, S. 1) kann rund 50% des Haushaltsstromverbrauchs ohne nennenswerten Komfortverlust beeinflusst werden. Bei einem Anteil der Privathaushalte von knapp 29% am deutschen Stromverbrauch im Jahr 2009 (BMW 2011) ergibt sich somit ein Potential zur Beeinflussung von mehr als 10% des gesamten Stromverbrauchs. Der Aufsatz stellt ein adaptives Verfahren vor, welches aus einem gewünschten Differenzlastgang ein Preissignal generiert.

Das genaue Geräteverhalten ist zurzeit noch nicht vollständig bekannt und wird erst mit Beginn des Feldversuchs endgültig feststehen. Es ist daher von Bedeutung, ein Verfahren zu entwickeln, welches eintreffende Echtzeiten robust verarbeiten kann. Hierbei soll bewusst auf eine individuelle Rückmeldung einzelner Geräte verzichtet werden. Die Preissignale werden unidirektional über Power Line Communication (PLC) verbreitet. Für den Netzbetreiber ist lediglich die aggregierte Gesamtreaktion in Form einer Verbrauchsänderung beobachtbar.

Insgesamt stellt sich somit die Forschungsfrage:

„Lässt sich durch Einsatz intelligenter Steuerungen auf Verbraucher- und Erzeugerseite mit vertretbarem wirtschaftlichem Aufwand die zukünftig zu erwartende Mehrbelastung der Stromnetze durch erneuerbare Energien auffangen?“





**Abb. 1** Entwicklung des integrierten Entscheidungsunterstützungssystems.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wird die Methode des Design Science Research nach Hevner et al. (2004, S. 83) verwendet. Für den Aufsatz ist dieses Vorgehen in Abbildung 1 illustriert. Hieraus lässt sich auch die Strukturierung des restlichen Aufsatzes ablesen. Abschnitt 2 stellt zunächst vorhandene Konzepte im Bereich des Energiemanagements vor und leitet aus den Defiziten das Konzept des vorgestellten integrierten Entscheidungsunterstützungssystems (IEUS) ab. Abschnitt 3 erläutert, wie das Portfolio des VKW und Netzbetreibers mithilfe Künstlicher Neuronaler Netze (KNN) optimiert werden kann. Abschnitt 4 stellt die prototypische Umsetzung, Simulationsergebnisse und Echtdatenergebnisse vor. Auch wird hier auf das Design des Feldversuchs eingegangen. Abschnitt 3 und Abschnitt 4 bedingen sich gegenseitig, da teilweise aus den Simulationsergebnissen wertvolle Anhaltspunkte für die Verbesserung des Modells gewonnen werden. Abschnitt 5 bündelt die Forschungsergebnisse und gibt konkrete Handlungsempfehlungen.

## 2 Integriertes Entscheidungsunterstützungssystem zum Energiemanagement

### 2.1 Bestehende Konzepte

Stadler et al. (2009) nennen Probleme, die durch die Nutzung regenerativer Energien auftreten: wenn viel regenerative Energie vorhanden ist, müssen diese Quellen u. U. gedrosselt werden oder in ineffizienten Systemen gespeichert werden. Lastverschiebung kann hier helfen (Gellings und Chamberlin 1988; Klobasa und Ragwitz 2006; Eßer et al. 2007, S. 335). Vorhandene Konzepte sind insbesondere anreizbasiert oder nutzen direkte Steuerung (Albadi und El-Saadany 2007). Anreizbasierte Konzepte belohnen die Teilnahme. Echtzeitbepreisung wird als die effizienteste Art des Energiemanagements angesehen (Albadi und El-Saadany 2007). Chen et al. (2011) zeigen, dass eine Verringerung der Varianz zwischen Nachfrage und Angebot mittels Echtzeitbepreisung möglich ist. Holland und Mansur (2008) untersuchen den Effekt von Echtzeitbepreisung auf die Umwelt. Die grundlegende Idee ist,

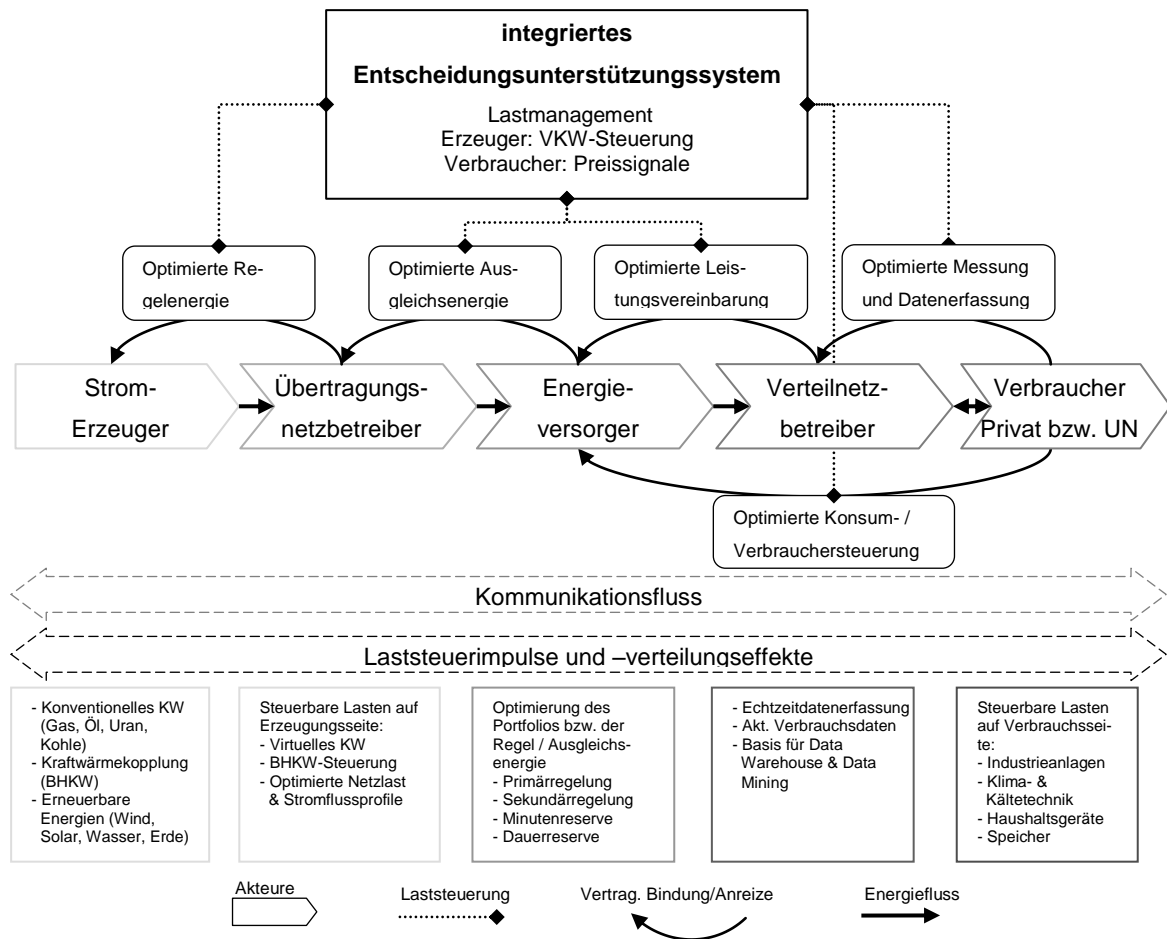
dass der Strompreis die tatsächlichen Erzeugungskosten widerspiegelt. Lee et al. (2010) behaupten, dass bei hoher Nachfrage die Strompreise höher sein werden und bei niedriger Nachfrage geringer. Mohsenian-Rad et al. (2010) gehen davon aus, dass die Last proportional zu den Kosten ist. Dies ist bei konstanter Produktionsmenge angemessen, nicht jedoch um die zunehmend stärker schwankende Produktion (Cardell und Anderson 2010) erneuerbarer Energien abzubilden. Zur eigentlichen Lastverschiebung schlagen Mohsenian-Rad et al. (2010) ein Modell vor, welches von den realen Energiekosten unabhängig ist. Stadler et al. (2009) untersuchen Lastverschiebungseffekte bei Haushaltsgeräten. Typische Haushaltsgeräte mit Lastverschiebungspotenzial sind Spülmaschinen, Waschmaschinen, Wäschetrockner, Kühlschränke, Gefriertruhen und Warmwasserspeicher (Mohsenian-Rad et al. 2010; Molderink et al. 2010; Samadi et al. 2010; Stadler et al. 2009). Nachtspeicheröfen, Klimaanlage und Wärmepumpen (Stadler et al. 2010) sowie Batterien (Xiao et al. 2010) kommen ebenfalls in Betracht. Elektrofahrzeuge (Caron und Kesidis 2010; Lee et al. 2010; Mohsenian-Rad et al. 2010; Samadi et al. 2010) werden sowohl als Chance (Fluhr et al. 2010) als auch als Risiko für die Netzstabilität gesehen, da diese zu einer Verdoppelung der Haushaltslast führen könnten (Caron und Kesidis 2010; Molderink et al. 2010).

Lastverschiebung erfolgt in Haushalten zumeist manuell (Mohsenian-Rad et al. 2010). Die automatische Steuerung von Haushaltsgeräten wird ebenfalls erwähnt (Lee et al. 2010; Samadi et al. 2010; Hautekeete et al. 2010; Chen et al. 2011; Mohsenian-Rad et al. 2010; Molderink et al. 2010). Stadler et al. (2009) beschreiben ein Gerät mit eingebauter Steuerung, Lee et al. (2010) und Molderink et al. (2010) gehen von externen Steuerungen aus. Die Geräte werden entweder zentral gesteuert (Stadler et al. 2010) oder je Haushalt bzw. Gebäude lokal gesteuert (Chen et al. 2011; Mohsenian-Rad 2010). Die meisten Konzepte ohne zentrale Steuerung sind agentenbasiert (Molderink et al. 2010; Xiao et al. 2010). Andere Verfahren nutzen Spieltheorie (Caron und Kesidis 2010; Chen et al. 2010; Mohsenian-Rad et al. 2010). Die unidirektionale Verbreitung von Preissignalen ist zur Steuerung ausreichend, jedoch kann die Reaktion nicht garantiert werden (Molderink et al. 2010).

Caron und Kesidis (2010), Stadler et al. (2009), Mohsenian-Rad et al. (2010), Samadi et al. (2010), Xiao et al. (2010), Chen et al. (2010), Sonnenschein et al. (2006), Kamper und Eßer (2009, S. 271ff.) stellen mathematische Modelle auf und nutzen Simulation zur Lastverschiebung. Pilotprojekte (Lee et al. 2010) und Feldexperimente (Lee et al. 2010; Xiao et al. 2010; Molderink et al. 2010) sind in der Planungsphase bzw. stehen am Anfang, so dass wenig empirische Daten zur Verfügung stehen. Hautekeete et al. (2010) bemängeln fehlende Untersuchungen zum Nutzerverhalten.

Goutard (2010, S. 1f.) zeigt, dass sich durch erneuerbare Energien zusätzliche Anforderungen an ein Energiemanagementsystem ergeben und beschreibt notwendige Erweiterungen für die Erzeugerseite.

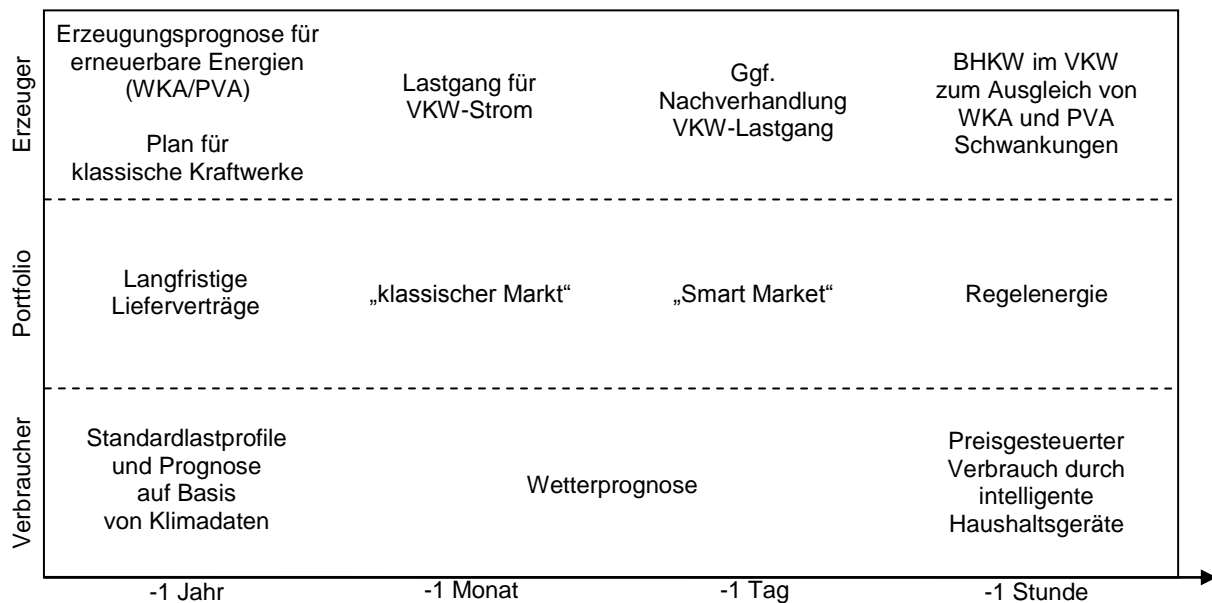
## **2.2 Integriertes Energiemanagement**



**Abb. 2** Akteure und Komponenten des integrierten Entscheidungsunterstützungssystems.

Die Literaturanalyse zeigt, dass ein integriertes Konzept zum Energiemanagement, welches einerseits erneuerbare Energien auf der Erzeugerseite und Lastverschiebung in Haushalten einschließt, noch aussteht. Abbildung 2 präsentiert an dieser Stelle ein entsprechend konzeptionelles, qualitatives Modell. Die schematische Darstellung subsumiert die Beziehungen einzelner Akteure sowie die vertraglichen Bindungen und die damit einhergehenden Optimierungspotenziale durch das IEUS. Es unterstützt dabei nicht nur die Value Chains – typischerweise Kern-, Unterstützungs- und Managementprozesse – individueller Unternehmen, sondern induziert Auswirkungen auf die gesamte Supply Chain der vom Energiemanagement betroffenen wertschöpfenden Entitäten. Hierzu zählen sowohl die Energieerzeuger, die Netzbetreiber als auch die Verbraucher unterschiedlichster Art. Zur Durchführung von Lastmanagement-Maßnahmen benötigen nachgelagerte Akteure innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks die Vorarbeit der vorgelagerten Ebene, die Steuerimpulse des Energiemanagementsystems – auf Basis von Smart Metering bzw. Grids – sowie die aggregierten, entscheidungsrelevanten Informationen des Unterstützungssystems. Konkrete Verbesserungspotenziale, wie die Vermeidung von Ungleichgewichten zwischen Erzeugung und Verbrauch, können so durch gezielte Optimierung der Energieerzeugung (VKW-Steuerung), der Regel- bzw. Ausgleichsenergie (Netzoptimierung, Kontraktgestaltung), der Mess- und Datenerfassung bzw. -analyse (Mustererkennung etc.) sowie der Kon-

sum- bzw. Verbrauchersteuerung (lastenabhängige Prämien) erzielt werden. Dem in Abbildung 2 vereinfacht dargestellten Szenario unterliegt dabei ein entsprechend komplexes System.



**Abb. 3** Entscheidungsraum des Energiemanagementsystems.

Abbildung 3 greift dieses zugrundeliegende System nochmals auf. Teilaspekte werden in den beiden folgenden Kapiteln ausführlicher vorgestellt. Die Abbildung zeigt den Entscheidungsraum und das Ineinandergreifen der verschiedenen Protagonisten am Energiemarkt auf Basis verschiedener Zeithorizonte, die bei der Planung berücksichtigt werden können. Die Verbindung zwischen Erzeuger und Verbraucher wird über das Portfolio hergestellt. Das Portfolio nimmt die Rolle des heutigen Energieversorgers ein. Verschiedene Erzeuger speisen in das Portfolio ein und verschiedene Abnehmer werden aus dem Portfolio heraus beliefert. Auf dem Planungshorizont ein Jahr bis ein Monat wird klassisch weiterhin über langfristige Lieferverträge und konventionelle Strommärkte (z. B. EEX) gearbeitet. Dies steht im Kontrast zum Ansatz von Wedde et al. (2007, S. 365). Für kürzere Intervalle greift der Smart Market und – falls unvermeidlich – die Regelenergie. Um jedoch den Einsatz von Regelenergie so gering wie möglich zu halten, werden für den kurzfristigen Bereich zwei Mechanismen vorgeschlagen. Auf der Erzeugerseite ermöglicht die Steuerung von BHKW im VKW das Einhalten eines definierten Lastgangs. Auf der Verbraucherseite bewirkt eine preisinduzierte Lastverschiebung eine bessere Anpassung des Verbrauchs an die bestehenden Gegebenheiten.

### 2.3 Implementierung der Lastverschiebung

Eine Herausforderung stellt dar, dass über das zukünftige Verhalten von real eingesetzten intelligenten Haushaltsgeräten noch teilweise Unklarheit herrscht. Erst im Feldversuch wird hierüber vollkommene Gewissheit herrschen. Es war also ein Verfahren zu entwickeln, welches erlaubt, zunächst mit Simulationsdaten zu arbeiten, um anschließend Echt Daten einbauen zu können. Hierzu werden mittels einer Monte Carlo Simulation verschiedene Gerätetypen und ihre Reaktion auf Preissignale untersucht. Ver-

schiedene Strategien können untersucht werden. Allen Strategien ist jedoch gemein, dass intelligente Geräte versuchen, innerhalb eines vorgegebenen Ausführungsintervalls zum geringstmöglichen Strompreis zu laufen. Hierdurch ergibt sich also zunächst der Zusammenhang Preissignal → Lastverschiebung.

Für den Feldversuch wird jedoch der Zusammenhang gewünschte Lastverschiebung → induzierendes Preissignal benötigt. D. h., es wird eine funktionale Darstellung gesucht, welche zu einer gewünschten Lastverschiebung das passende Preissignal ausgibt. Da auch im Feldversuch die einzelnen Geräte je Haushalt nicht bekannt sein werden, ist ein Ansatz zu verwenden, welcher mit dem beobachtbaren Datenaggregat arbeitet. Hierzu wird ein Künstliches Neuronales Netz verwendet (Haykin 2009, S. 152ff.), welches den Zusammenhang zwischen Lastverschiebung und Preissignal lernt. Als universeller Approximator (Haykin 2009, S. 197f.) ist das neuronale Netz grundsätzlich in der Lage, auf Intervallen Funktionen beliebig genau anzunähern. Zur Neurosimulation kommt FAUN (Fast Approximation with Universal Neural Networks) zum Einsatz (Köpp et al. 2010, v. Mettenheim und Breitner 2010). Bei dem KNN handelt es sich um ein 3-lagiges Perzeptron mit einem inneren Neuron. Die Inputs sind

- 12 Stunden historischer Differenzlastgang
- 18 Stunden historischer Strompreis
- Soll-Differenzlastgang für die kommende Stunde

Netzoutput ist der Strompreis für die kommende Zeitperiode. Die angegebenen Vergangenheitswerte werden durch eine schrittweise neuronale Regression ermittelt, so dass das Modell so sparsam wie möglich bleibt. Das Training erfolgt mittels des Backpropagation-Algorithmus (Haykin 2009, S. 159f.). Hierbei kommt ein Hochleistungsoptimierungsverfahren mit Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno (BFGS) Updates zum Einsatz (v. Mettenheim und Breitner 2010).

### **3 Portfoliooptimierung**

Die Zusammenhänge unter den verschiedenen Komponenten können durch Reduzierung auf einzelne Teilportfolien deutlich vereinfacht werden. Diese Teilportfolien können anschließend separat optimiert werden. Wie dieses funktioniert soll im Folgenden qualitativ erläutert werden.

#### **3.1 Klassische Portfoliooptimierung**

Das klassische Portfolio (siehe auch Abbildung 3) bleibt zunächst unverändert: in die Optimierung werden, wie üblich, zunächst die langfristigen Lieferverträge einbezogen. Hinzu kommen eventuelle kurzfristige Lieferungen vom klassischen Markt (z. B. Strombörse EEX). Zusätzlich kommen mögliche Lieferungen vom Smart Market hinzu. Der Smart Market unterscheidet sich jedoch in der Ausgestaltung der Verträge nicht grundsätzlich vom klassischen Markt. Der entscheidende Unterschied ist die zusätzliche Flexibilität: es können deutlich kleinere Mengen und dies in flexibleren Strukturen gehandelt werden als am klassischen Markt. Für die Portfoliooptimierung bedeutet dies jedoch keine Erschwernis.

In der klassischen Portfoliooptimierung würde nun nach Optimierung über alle Verträge eine Residualmenge übrig bleiben, welche über Regelernergie ausgeglichen werden müsste. Im vorliegenden Ansatz wird versucht, diese Residualmengen durch preisinduzierte Lastverschiebung in Haushalten möglichst klein zu halten. Der Ablauf der klassischen Portfoliooptimierung kann somit unverändert bleiben. Lediglich die Residualmengen werden als gewünschter Delta-Lastgang an das KNN weitergegeben, um das gewünschte ausgleichende Preissignal zu berechnen.

Hierbei ist zu beachten, dass die preisinduzierte Lastverschiebung nicht in allen Fällen ausreicht, die Residualmengen vollständig zu eliminieren. Es wird also weiterhin der Einsatz von Regelernergie notwendig bleiben. Durch Lastverschiebung lässt sich die benötigte Menge jedoch reduzieren. Exemplarisch ist dies im folgenden Kapitel dargestellt.

### **3.2 Optimierung im VKW**

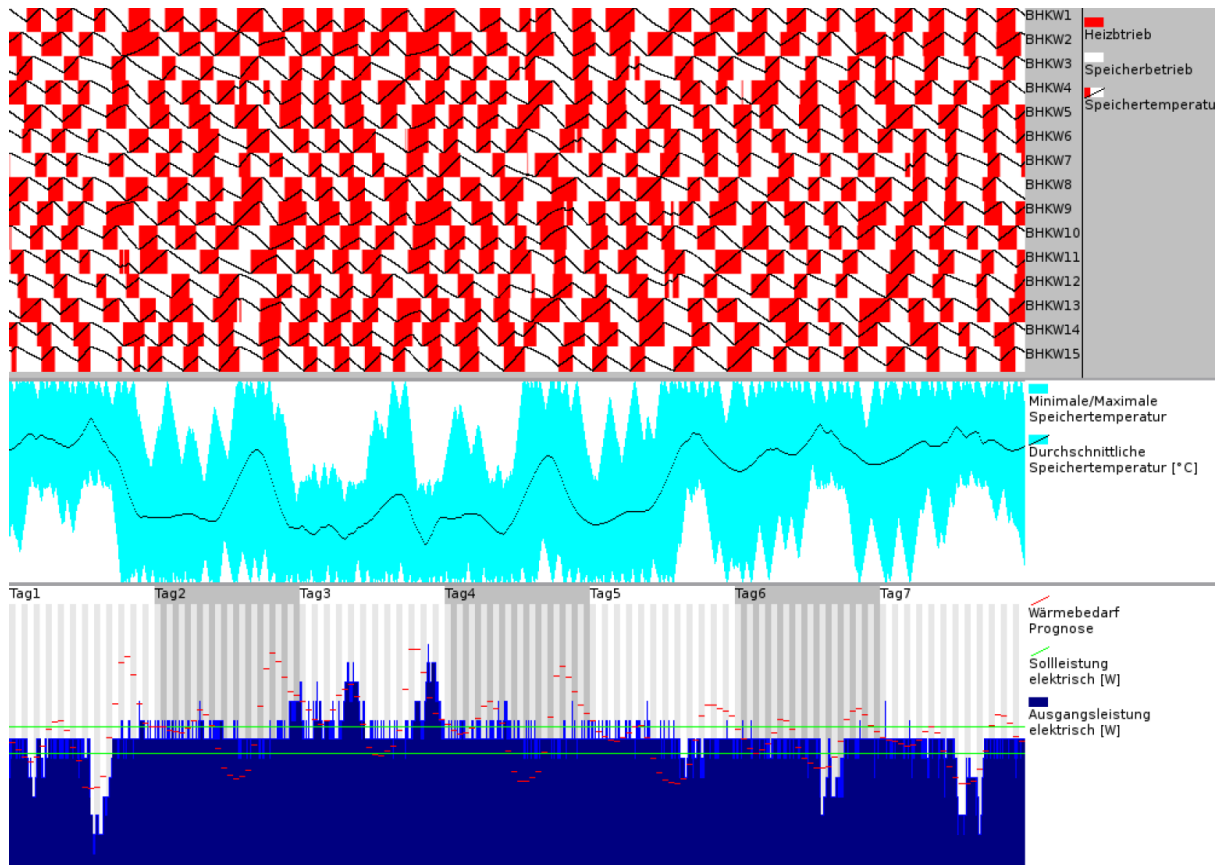
Als zweite Komponente kommt dem Portfolio des VKW-Betreibers Bedeutung zu. Der VKW-Betreiber hat sich verpflichtet, einen definierten Lastgang zu liefern. Dieser Lastgang wird kurzfristig (siehe Abbildung 3) anhand der prognostizierten Erzeugung von PVA, WKA und BHKW festgelegt. Diese Prognose wird von Wetterdaten dominiert. Der VKW-Betreiber muss nur eingreifen, wenn unvorhergesehene Wetteränderungen zu einer Abweichung in der Erzeugung führen. Kommt es jedoch zu Abweichungen, muss der VKW-Betreiber versuchen, durch geeignete Steuerung der BHKW den Lastgang zu halten. Auch dies ist ein Portfoliooptimierungsproblem, welches mit der klassischen Portfoliooptimierung angegangen werden kann: die veränderte (prognostizierte) PVA und WKA Erzeugung wird als zugesagter „Liefervertrag“ gesetzt. Die Differenzmenge zum gemeldeten Lastgang ist diejenige, welche durch BHKW zu erzeugen ist.

Bei veränderten Prognosen wird die durch BHKW zu liefernde Strommenge von der ursprünglichen (ungestörten) BHKW-Erzeugung abweichen. Hier muss also der VKW-Betreiber durch Veränderung der BHKW-Steuerung eingreifen. Ein Beispiel hierzu zeigt das folgende Kapitel.

Sowohl bei der Lastverschiebung auf Verbraucherseite als auch beim Lastausgleich im VKW können somit sehr ähnliche (und etablierte) Verfahren der klassischen Portfoliooptimierung zum Einsatz kommen. Dies senkt die Hürde bei der Verwendung des vorgestellten Ansatzes. Jeder Energieversorger verfügt bereits über die nötige Software und benötigt für die anfallenden Optimierungsaufgaben keine (oder nur geringe) zusätzliche Investitionen.

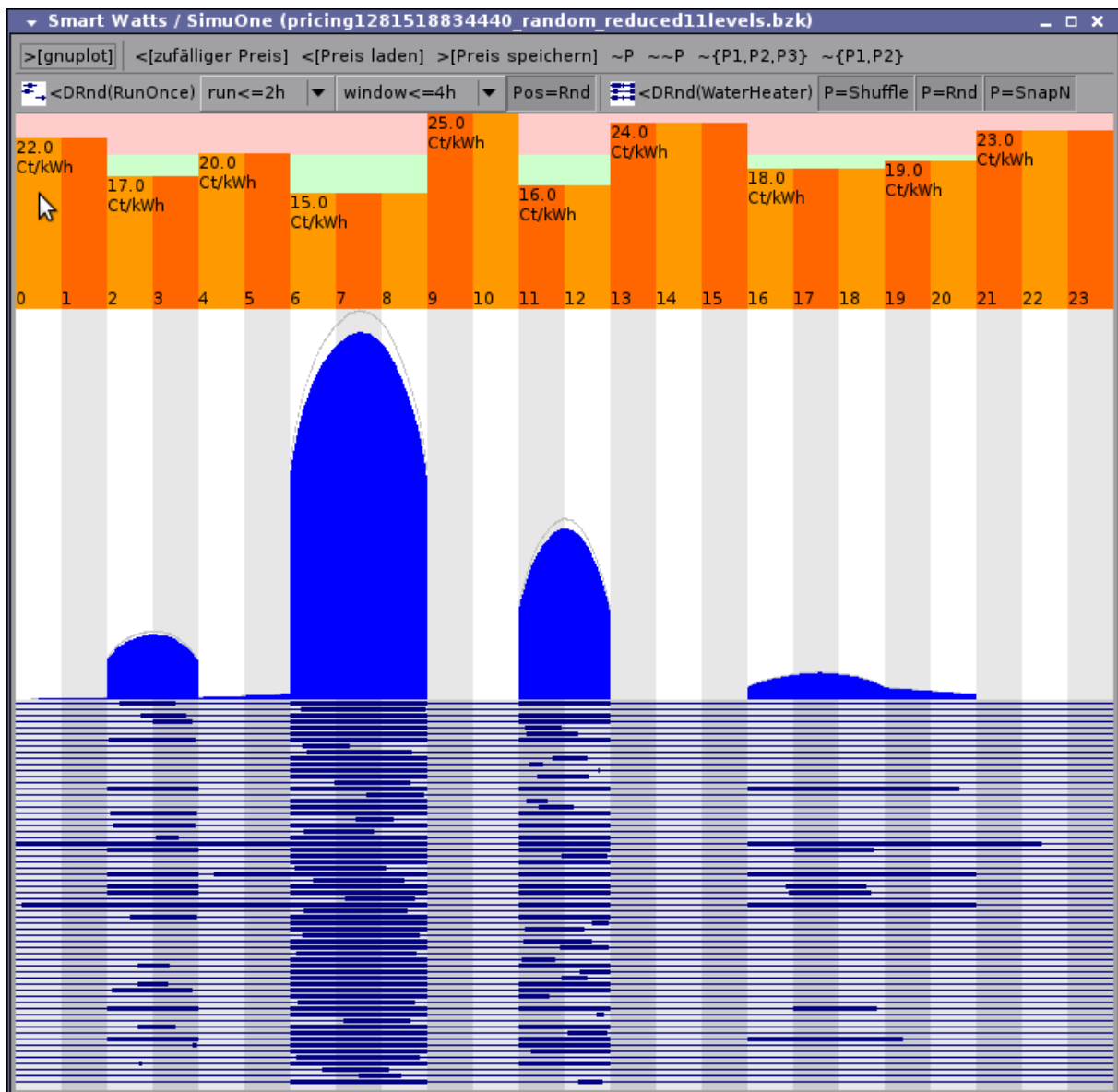
## **4 Prototypische Umsetzung und Fallbeispiel**

Da der vorgestellte Ansatz im Feldversuch ab Mai 2011 erprobt werden soll, wurde ein Software-Prototyp entwickelt, welcher einerseits die Lastverschiebung auf Verbraucherseite untersucht und andererseits die Steuerungsmöglichkeiten durch BHKW betrachtet.



**Abb. 4** Screenshot des Prototyps: Erzeugung einer (fast) kontinuierlichen Lastkurve (unten) durch gezieltes Schalten einzelner BHKW (oben). Die mittlere Kurve gibt die Speichertemperatur der BHKW wieder.

Abbildung 4 zeigt zunächst den Teil des Prototyps, welcher zur Steuerung von BHKW genutzt werden kann. Im unteren Teil der Abbildung ist ein Band angedeutet in welchem sich die BHKW Ausgangsleistung bewegen soll. Die Simulation bestätigt, dass bereits wenige (hier 15) BHKW ausreichen, um eine Ausgangsleistung innerhalb eines engen definierten Bands zu halten. Allerdings ist auch zu erkennen, dass Probleme auftauchen können. Exemplarisch sei hier der Einbruch der Ausgangsleistung in der zweiten Hälfte des ersten Tages genannt: es werden zahlreiche BHKW wegen zu hoher Speichertemperatur zwangsabgeschaltet. Hierdurch wird ein Betrieb außerhalb der Spezifikation unterbunden. Das umgekehrte Phänomen ist in der zweiten Hälfte des dritten Tages zu sehen: wegen zu niedriger Speichertemperatur werden einige BHKW zwangsbetrieben (und damit auch mehr Ausgangsleistung erzeugt als gewünscht). Hierdurch wird ein Komfortverlust für den BHKW-Betreiber vermieden.



**Abb. 5** Screenshot des Prototyps: Preissignale (oben) führen beispielhaft zu einer Lastverschiebung (mitte). Ausführungszeiten einzelner Geräte sind unten im Detail dargestellt.

Abbildung 5 stellt beispielhaft dar, wie Preissignale zu einer Lastverschiebung in Haushalten beitragen können. Der obere Teil der Abbildung stellt zunächst eine mögliche Preiskurve dar. Der Richtwert von 20ct/kWh ist durch Trennung des oberen und unteren Teilbereichs zu erkennen. Um diesen Mittelwert dürfen Preise in einem Band von 15ct/kWh bis 25ct/kWh schwanken. Zur besseren Sichtbarkeit ist in der Abbildung nicht die unbeeinflusste Grundlast dargestellt, sondern lediglich der verschobene Lastanteil. Deutlich ist im mittleren und unteren Teil zu erkennen, dass die Last in günstige Zeiten verschoben wird und die teuersten Zeiten ausgelassen werden. Geräte, die längere Zeit laufen müssen, versuchen, die teureren Zeiten zu vermeiden und laufen in relativ günstigen Zeiträumen (z. B. die Stunden 19 und 20).



Bei der Entwicklung des Prototyps wurde großer Wert auf Anpassbarkeit und Erweiterbarkeit gelegt. Zum aktuellen Zeitpunkt muss noch endgültig festgelegt werden, welche Sparstrategien mit den Geräten getestet werden. Neue Gerätetypen und Sparstrategien können durch die modulare Architektur kurzfristig in den Prototypen implementiert werden. Der Prototyp erlaubt ebenfalls die Integration neuer Daten in naher Echtzeit. D. h., ein Neutraining des künstlichen neuronalen Netzes reicht aus, um aktuelle Erkenntnisse in die Berechnungslogik einzufügen.

Für den Feldversuch sind 500 Haushalte eingeplant. Diese Haushalte werden teilweise mit intelligenten Geräten ausgerüstet. Als zusätzlicher Gerätetyp werden im Feldversuch auch Wärmepumpen zur Verfügung stehen. Verbrauchsdaten werden vom Energieversorger im Stundentakt zur Verfügung gestellt, sodass eine direkte Überprüfung der Wirkung gesendeter Preissignale möglich ist. Es wird zunächst eine vierwöchige Lernphase stattfinden, in welchem es möglich sein wird, mit Preissignalen zu experimentieren und das System zu kalibrieren. Anschließend werden die Preissignale aktiv zur Lastverschiebung eingesetzt werden. Auch hier können jedoch neue Daten regelmäßig in das Modell integriert werden. Das Nachtraining des künstlichen neuronalen Netzes ist innerhalb weniger Minuten realisierbar. Der Feldversuch stellt die praktische Evaluierung des vorgestellten Designs dar.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Das vorgestellte IEUS setzt auf zwei Ebenen an. Einerseits wird auf Erzeugerseite eine Steuerung für das VKW vorgestellt. Diese Steuerung erlaubt dem VKW-Betreiber, durch gezieltes An- und Abschalten von BHKW, einen zugesagten Lastgang bestmöglich einzuhalten. Hierdurch können WKA und PVA besser eingebunden werden.

Um auf Verbraucherseite eine bessere Anpassung an die tatsächliche Stromerzeugung zu gewährleisten, wird das Senden von optimierten Preissignalen vorgeschlagen. Intelligente Stromverbraucher werten die Preissignale aus und schalten sich dann zu, wenn der Strompreis günstig ist. Ein individueller Rückkanal je Gerät wird hierbei nicht benötigt, da das Verhalten des Geräteaggregats simuliert wird. Es zeigt sich, dass auch bei weit gefassten Annahmen zur tatsächlichen Gerätestrategie, Lastverschiebung möglich ist.

Beiden Ansätzen ist gemein, dass nicht gezielt versucht wird, eine Lastkurve zu glätten. Vielmehr geht es darum, eine Lastkurve möglichst genau zu reproduzieren. Hierdurch wird nach Meinung der Autoren der Realität besser entsprochen.

Die Kombination von Vorschlägen zur direkten Steuerung auf Erzeugerseite und Vorschlägen zur anreizbasierten Steuerung über Preissignale auf Verbraucherseite führt insgesamt dazu, dass erneuerbare Energien besser in das existierende Stromnetz eingebunden werden können. Die entwickelten Algorithmen werden in Kooperation mit einem führenden deutschen Softwareanbieter auf dem Gebiet der Leittechnik für Energieversorger implementiert und im Feldversuch praktisch eingesetzt.

Die Prototypen zeigen, dass die vorgestellten Ansätze geeignet sind, einen Beitrag zur Lösung der bereits heute auftretenden Stabilitätsprobleme zu leisten. Es sind im Vergleich zu anderen Konzepten

nur geringe Eingriffe in die bestehende technische Infrastruktur notwendig. Erzeugeranlagen verfügen bereits in der Regel über einen Fernwartungszugang über das Internet. Darüber lässt sich auch die Steuerung realisieren. Auf Verbraucherseite werden durch Einführung von Smart Metern die nötigen technischen Voraussetzungen geschaffen, um die Steuerung von Haushaltsgeräten über PLC zu realisieren.

Es sollte jedoch auch beachtet werden, dass die in diesem Aufsatz vorgestellten technischen Maßnahmen lediglich einen Baustein einer zukünftigen Energiestrategie ausmachen. Von ebenso hoher Bedeutung sind die rechtlichen Rahmenbedingungen und letztlich auch die Akzeptanz intelligenter Haushaltsgeräte in der Bevölkerung. Zum Beispiel ist bei Stromtarifen zurzeit noch unsicher, welche Flexibilität dem Netzbetreiber vom Gesetzgeber tatsächlich zugestanden wird.

## **Literatur**

- Albadi MH, El-Saadany EF (2007) Demand response in electricity markets: An Overview. In: Proc Power Engineering Society General Meeting, IEEE, Tampa, doi: 10.1109/PES.2007.385728
- Andor M, Flinkerbusch K, Janssen M, Liebau B, Wobben M (2010) Negative Strompreise und der Vorrang Erneuerbarer Energien. Zeitschrift für Energiewirtschaft 34(2):91-99. doi:10.1007/s12398-010-0015-z
- Appelrath HJ, Chamoni P (2007) Veränderungen in der Energiewirtschaft – Herausforderungen für die IT. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 49(5):329-330
- Benz S (2008) Energieeffizienz durch intelligente Stromzähler – Rechtliche Rahmenbedingungen. Zeitschrift für Umweltrecht, 16(10):457-463
- Bilecki S (2009) Verbrauchsseitige Barrieren von E-energy in privaten Haushalten. GRIN Verlag, München
- BMWi (2011) Energiedaten - Nationale und Internationale Entwicklung. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/energie-daten-gesamt,property=blob,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.xls> Abruf am 2011-02-28
- Bode S, Groscurth HM (2011) Die Auswirkung der Photovoltaik auf den deutschen Strommarkt. Zeitschrift für Energiewirtschaft. doi: 10.1007/s12398-010-0041-x
- Buhl HU, Jetter M (2009) Die Verantwortung der Wirtschaftsinformatik für unseren Planeten. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 51(4):317-323
- Brandt P (2007) IT in der Energiewirtschaft. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 49(5):380-385
- Brauner G (2003) Dezentrale Erzeugungsanlagen und deren Netzintegration. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik 120(11). doi: 10.1007/BF03054919
- Cardell JB, Anderson CL (2010) Analysis of the system costs of wind variability through monte carlo simulation. In: Proc 43<sup>rd</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Honolulu, doi: 10.1109/HICSS.2010.61

- Caron S, Kesidis G (2010) Incentive-based energy consumption scheduling algorithms for the smart grid. Technical report, Department of Computer Science and Engineering, Pennsylvania State University
- Chen C, Kishore S, Snyder LV (2011). An innovative RTP-based residential power scheduling scheme for smart grids. In: Proc IEEE Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), Dallas (im Druck)
- Eßer A, Franke M, Kamper A, Möst D (2007) Future power markets – impacts of consumer response and dynamic retail prices on electricity markets. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 49(5):335-341
- Fechner H (2009) Photovoltaik – eine globale Wachstumstechnologie. *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik* 126(9). doi: 10.1007/s00502-009-0663-z
- Fluhr J, Ahlert KH, Weinhardt C (2010) A stochastic model for simulating the availability of electric vehicles for services to the power grid. In: Proc 43<sup>rd</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Honolulu, doi: 10.1109/HICSS.2010.33
- Gellings CW, Chamberlin JH (1988) Demand-side management: Concepts and methods. The Fairmont Press, Georgia
- Goutard E (2010) Renewable energy resources in energy management systems. In: Proc Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT Europe), IEEE, Gothenburg, doi: 10.1109/ISGTEUROPE.2010.5639003
- Groschke M, Eßer A, Möst D, Fichtner W (2009) Neue Anforderungen an optimierende Energiesystemmodelle für die Kraftwerkseinsatz- und Zubauplanung bei begrenzten Netzkapazitäten. *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 33(1):14-22. doi: 10.1007/s12398-009-0002-4
- Hauttekeete L, Stragier J, Haerick W, De Marez L (2010) Smart, smarter, smartest... the consumer meets the smart electrical grid. In: Proc 9<sup>th</sup> Conference on Telecommunications Internet and Media Techno Economics (CTTE), Ghent, doi: 10.1109/CTTE.2010.5557717
- Haykin S (2009) Neural Networks and Learning Machines, 3. Aufl. Pearson, Upper Saddle River
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28(1):75–105
- Holland SP, Mansur ET (2008) Is real-time pricing green? The environmental impacts of electricity demand variance. *Review of Economics and Statistics* 90(3):550–561
- Kamper A, Eßer A (2009) Strategies for decentralised balancing power. In: Lewis A, Mostaghim S, Randall M (Hrsg) *Biologically-Inspired Optimisation Methods*. Springer, Berlin / Heidelberg, 261–289
- Klobasa M, Ragwitz M (2006) Demand response – a new option for wind integration? In: Proceedings of the European Wind Energy Conference (EWEC) 2006, Athens

- Köpp C, von Mettenheim HJ, Klages M, Breitner MH (2010) Analysis of Electrical Load Balancing by Simulation and Neural Network Forecast. In: Proc International Conference Operations Research, München (im Druck)
- Kranz J, Gallenkamp J, Picot A (2010) Power control to the people? Private consumers' acceptance of smart meters. In: Proc 18<sup>th</sup> European Conference on Information Systems (ECIS), Pretoria
- Lee J, Jung DK, Kim Y, Lee YW, Kim YM (2010) Smart grid solutions, services, and business models focused on telco. In: Proc Network Operations and Management Symposium Workshops (NOMS Wksp), doi: 10.1109/NOMSW.2010.5486554
- Lehnhoff S (2010) Das europäische Energieversorgungssystem. In: Lehnhoff S (Hrsg) Dezentrales vernetztes Energiemanagement. Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 17-36. doi: 10.1007/978-3-8348-9658-2\_2
- Von Mettenheim HJ, Breitner MH (2010) Robust decision support systems with matrix forecasts and shared layer perceptrons for finance and other applications. In: Proc ICIS 2010, St. Louis
- Mohsenian-Rad AH, Wong VWS, Jatskevich J, Schober R (2010) Optimal and autonomous incentive-based energy consumption scheduling algorithm for smart grid. In: Proc Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), IEEE, Gaithersburg, doi: 10.1109/ISGT.2010.5434752
- Moldering A, Bakker V, Bosman MGC, Hurink J, Smit GJM (2010) A three-step methodology to improve domestic energy efficiency. In: Proc Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), IEEE, Gaithersburg, doi: 10.1109/ISGT.2010.5434731
- Nestle D, Ringelstein J, Selzam P (2009) Integration dezentraler und erneuerbarer Energien durch variable Strompreise im liberalisierten Energiemarkt. UmweltWirtschaftsForum 17(4):361-365. doi: 10.1007/s00550-009-0151-2
- Nowotny P (2008) Smart Grids – Vision und konkrete Umsetzungsmöglichkeiten. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik. doi: 10.1007/s00502-008-0567-3
- Quadt A (2009) Smart Watts - Steigerung der Selbstregelfähigkeit des Energiesystems durch die „Intelligente Kilowattstunde“ und das Internet der Energie, Aachen. In: Picot A, Neumann KH (Hrsg) E-Energy - Wandel und Chance durch das Internet der Energie. Springer, Heidelberg, 85-93
- Roon S, Steck M (2009) Dezentrale Bereitstellung von Strom und Wärme mit Mikro-KWK-Anlagen. In: UmweltWirtschaftsForum, 17(4):313-319
- Samadi P, Mohsenian-Rad H, Schober R, Wong V, Jatskevich J (2010) Optimal real-time pricing algorithm based on utility maximization for smart grid. In: Proc Conference on Smart Grid Communications (SmartGridComm), IEEE, Gaithersburg, S 415–420
- Sioshansi R (2010) Evaluating the impacts of real-time pricing on the cost and value of wind generation. IEEE Transactions on Power Systems 25(2):741–748
- Sonnenschein M, Stadler M, Rapp B, Bremer J, Brunhorn S (2006) A modelling and simulation environment for real-time pricing scenarios in energy markets. In: Tochtermann K, Scharl A

- (Hrsg) Proc 20<sup>th</sup> International Conference on Informatics for Environmental Protection, Graz, S 153–160
- Stadler M, Krause W, Sonnenschein M, Vogel U (2009) Modelling and evaluation of control schemes for enhancing load shift of electricity demand for cooling devices. *Environmental Modelling & Software* 24(2):285–295
- Steck M (2009) Betriebs- und Marktmodelle virtueller Kraftwerke. In: Proc Internationaler ETG-Kongress 2009, Düsseldorf
- Tröschel M, Appelrath HJ (2009) Towards reactive scheduling for large-scale virtual power plants. In: Braubach L, van der Hoek W, Petta P, Pokahr A (Hrsg) Proc Multiagent System Technologies 7th German Conference (MATES 2009), Hamburg, S 141-152
- Wanek D, Rehtanz C (2010) Vergleich von Allokationsmethoden zur Kapazitätsvergabe bei grenzüberschreitenden Netzengpässen. *Zeitschrift für Energiewirtschaft*. 34(3):185-194. doi: 10.1007/s12398-010-0025-x
- Wedde HF, Lehnhoff S, Handschin E, Krause O (2007) Dezentrale vernetzte Energiebewirtschaftung (DEZENT) im Netz der Zukunft. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 49(5):361-369
- Wittmann T, Bruckner T (2007) Agentenbasierte Modellierung urbaner Energiesysteme. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 49(5):352-360
- Xiao J, Chung JY, Li J, Boutaba R, Hong JWK (2010) Near optimal demand-side energy management under real-time demand-response pricing. In: Proc 6<sup>th</sup> International Conference on Network and Service Management (CNSM), Niagara Falls, S 527-532

---

**A9**

---

**Multi-Objective Optimization for Planning of Central IT Resources with Focus on Green IT<sup>334</sup>**

-

---

**Green IT - Analyse ungenutzter Potenziale moderner Prozessorarchitekturen<sup>335</sup>**

---

**Autoren:** Marc Klages, Hans-Jörg von Mettenheim, (Cornelius Köpp)

**In:** Valerie Belton, Erwin Pesch, Gerhard J. Woeginger (eds.): Proceedings of the 23rd european conference on operational research, July 5 - 8, 2009, Universität Siegen, Bonn.

**Abstrakt:** In dem vorliegenden Artikel werden die Ergebnisse einer Untersuchung zur Analyse ungenutzter Potenziale moderner Prozessorarchitekturen vor dem Kontext aktueller Green Business Strategien aufgezeigt. Zu diesem Zweck wird zunächst die Hardware am Beispiel aktueller und bereits geplanter Desktop- und Server-Prozessoren von AMD und Intel untersucht. Dabei stehen die Fragen zur Energieeffizienz und Nachhaltigkeit einer fortschrittlichen IT-Infrastruktur im Vordergrund. Der Fokus der Untersuchung liegt auf der Gegenüberstellung verschiedener Prozessoren und des jeweiligen ökologischen Impacts während des Betriebs. Hier werden unausgeschöpfte Potenziale aktueller Architekturen aufgezeigt. Dazu zählen neben der gezielten Abschaltung einzelner Cores die vorausschauende Anpassung der Spannung und Taktfrequenz. Anhand eines Modells wird am Beispiel der Kapazitätsplanung und Lastverteilung eine Lösung vorgestellt. Darüber hinaus präsentieren die Autoren Ansätze zur verbesserten Steuerung der neuen Prozessor-Funktionen. Die Faktoren Nachhaltigkeit, Kosteneffizienz, Multithreading und sinnvolle Verteilung der Threads sind hier besonders wichtig.

---

<sup>334</sup> Klages und Mettenheim (2009).

<sup>335</sup> Klages et al. (2009). Anmerkung: Die vorliegende deutsche, verschriftlichte und erweiterte Fassung der Präsentation entstand im Herbst 2009.

# **Green IT: Analyse ungenutzter Potenziale moderner Prozessorarchitekturen**

Dipl.-Ök. Marc Klages,  
Dipl.-Ök., Dipl.-Math. Hans J. v. Mettenheim,  
Dipl.-Math. Cornelius Köpp

**Keywords:** Prozessoren, Energieeffizienz, Green IT, Nachhaltigkeit, ökologischer Impact, Abschaltung einzelner Cores, optimierte Kapazitätsplanung, softwarebasierte Steuerung neuer Prozessorfunktionen, Modell zur Lastverteilung

## **Kurzfassung:**

In dem vorliegenden Artikel werden die Ergebnisse einer Untersuchung zur Analyse ungenutzter Potenziale moderner Prozessorarchitekturen vor dem Kontext aktueller Green Business Strategien aufgezeigt. Zu diesem Zweck wird zunächst die Hardware am Beispiel aktueller und bereits geplanter Desktop- und Server-Prozessoren von AMD und Intel untersucht. Dabei stehen die Fragen zur Energieeffizienz und Nachhaltigkeit einer fortschrittlichen IT-Infrastruktur im Vordergrund. Der Fokus der Untersuchung liegt auf der Gegenüberstellung verschiedener Prozessoren und deren jeweiligen ökologischen Impact während des Betriebs. Hier werden unausgeschöpfte Potenziale aktueller Architekturen aufgezeigt. Dazu zählen neben der gezielten Abschaltung einzelner Cores die vorausschauende Anpassung der Spannung und Taktfrequenz. Anhand eines Modells wird am Beispiel der Kapazitätsplanung und Lastverteilung eine Lösung vorgestellt. Darüber hinaus präsentieren die Autoren Ansätze zur verbesserten Steuerung der neuen Prozessor-Funktionen. Die Faktoren Nachhaltigkeit, Kosteneffizienz, Multithreading und sinnvolle Verteilung der Threads sind hier besonders wichtig.

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Einführung und Problemstellung .....</b>                   | <b>2</b>  |
| <b>2. Empirische Exploration zentraler IT-Ressourcen .....</b>   | <b>4</b>  |
| 2.1. Ungenutzte Potenziale aktueller Prozessorarchitekturen..... | 4         |
| 2.2. Modell.....   | 5         |
| 2.3. Potenziale durch systematisches Über- und Untertakten.....  | 8         |
| <b>3. Kritische Würdigung.....</b>                               | <b>10</b> |
| <b>4. Ausblick .....</b>   | <b>11</b> |

## 1. Einführung und Problemstellung

Die Fortschritte der Hardwarehersteller bei der modernen Prozessorfertigung sind beachtlich. Längst werden mehr als eine Milliarde Transistoren unter einer Die pro Prozessor in der 45nm Fertigungsbreite vereinigt. In Kürze werden Prozessoren mit 12 („Magny Cours“ von AMD) und mehr Kernen in 32nm Serie gefertigt und am Server- aber auch Desktop-Markt platziert. So sind bereits jetzt einzelne Systeme mit 48 und mehr Kernen realisierbar und werden in naher Zukunft gerade auf dem Servermarkt keine Seltenheit mehr darstellen (vgl. [Heise 2010, S. 1]). Doch welche Auswirkungen hat diese Entwicklung „immer schneller, immer mehr“ auf den Energieverbrauch und damit auf die Kosten für den Betreiber, aber auch für die Umwelt? Und welche Methoden existieren hard- aber auch software-seitig, um der Entwicklung entgegenzutreten? Diese Fragen sollen im Rahmen des vorliegenden Artikels zumindest ansatzweise geklärt werden.

In den Medien werden die Hersteller nicht müde, ihre in die Hardware integrierten neuen Stromsparmechanismen anzupreisen (vgl. [Haluschak 2009, S. 8f.]). So können sich bei der modernen Prozessorgeneration einzelne Kerne komplett abschalten lassen (Power Gate) und der jeweilige Zustand des Kerns wird vorübergehend im L3-Cache gespeichert. Im Falle des Intel Gulftown, einem der i7-Generation zugehörigen Prozessors, wird der Uncore-Bereich wie der des Speichercontrollers hingegen nicht abgeschaltet, da die Kerne möglichst schnell wieder aufgeweckt werden sollen (vgl. [Ernst 2010, S. 1]). Auch aus diesem Grund ist es also ein Trugschluss zu glauben, dass der Energiebedarf einer CPU proportional zur Anzahl der aktiven Kerne ist (bzw. die Energieeinsparung proportional zur Anzahl der abgeschalteten Kerne). Damit stellt sich auch die Frage, wie in Zeiten der Nachhaltigkeitsdebatte zum Schutze der Umwelt, Prozessoren möglichst effizient genutzt werden können und was neben den Hardwarefeatures durch Softwarelösungen erreicht werden kann.

Die klassische Sichtweise auf eine Serverfarm (auch im Hinblick auf Supercomputer) ist die eines Rechenzentrums mit einer Vielzahl an z. B. IBM Blade-Centern. Letztes Jahr stellte jedoch Google ein progressives Konzept zum Betrieb einer leistungsorientierten und zugleich umweltschonenden Serverlandschaft vor. Der unter dem Namen DataCenter bekannt gewordene Lösungsansatz basiert dabei auf einer Containerstruktur und verwendet ausschließlich optimierte Hardware auf Basis von Desktophardware (vgl. [Google 2010, S. 1]). Die Vorteile der Rechenzentrums-Lösung stellte Google wie folgt dar:

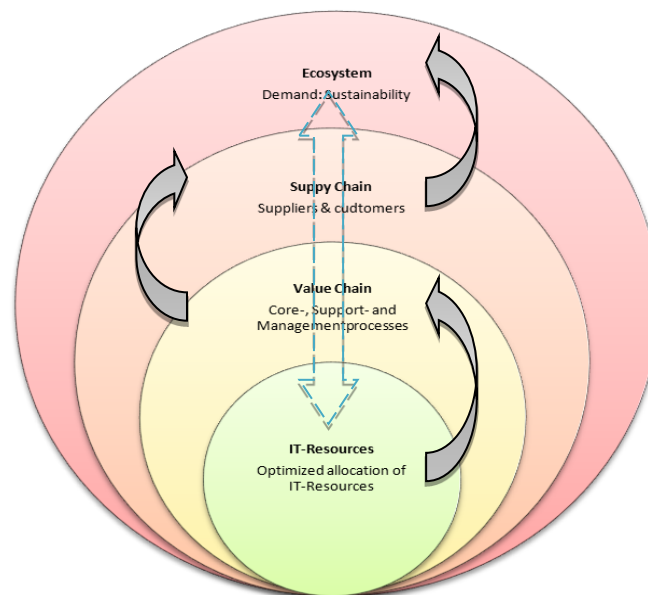
- Hydroelektrische Energiegewinnung zur Energieversorgung und gleichzeitigen Wasserkühlung der „Server“-Komponenten (Bau des Rechenzentrums an einem Fluss)
- Speziell mit Partnern wie Gigabyte entwickelte, deutlich energieeffizientere Hardware aus Desktop-Bestandteilen
- Einfach zu tauschende Container samt „Server“-Hardware



- Hoch wirksame USV-Systeme mit kombinierter Gleichstromversorgung direkt auf dem jeweiligen Mainboard mit einem Wirkungsgrad laut Google von über 99.5%
- Neben der Wasserkühlung von Einzelsystemen, spezielle Luft-Kühlung der Container
- Hoch wirksame Spannungswandlung der 12Volt-Spannung in 3.3 und 5Volt direkt auf dem Mainboard
- Niedrige Kosten der Komponenten

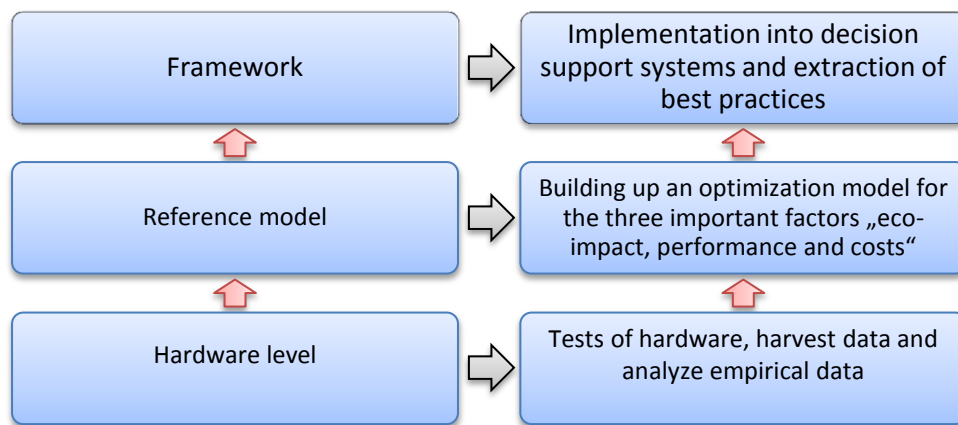
In der Konsequenz internalisiert Google durch die Nutzung alternativer Energiegewinnung und Methoden einen Teil seiner Energiekosten und auch seiner ökologischen Verantwortung durch klug aufeinander aufbauend umgesetzte Komponenten- und Umgebungswahl.

Das Beispiel zeigt, dass sich Firmen heute ihrer gesellschaftlichen Verantwortung, die Umwelt in strategische Überlegungen mit einzubeziehen, zunehmend bewusst sind und diese sogar zum ökonomischen Vorteil nutzen können. Damit wird eine neue Variable bei der Planung Berücksichtigung finden müssen: nämlich die mit dem Ökosystem vereinbare Umweltbilanz zentraler IT-Ressourcen. Doch mit der fortschreitenden Internalisierung der ökologischen Kosten brauchen wir auch einen Framework von Best Practices, welche den Boden für wirtschaftlich tragfähige Lösungen bereiten.



**Abbildung 1 – Interdependenzen zentraler IT-Ressourcen mit der Value-, Supply Chain und dem Ökosystem**

Zur Zielerreichung eines globalen Regelwerks für Green IT, ist es jedoch bedeutend, sich über einen Bottom-Up-Ansatz zunächst um die Hardwareaspekte Gedanken zu machen. Hier ist vor allem die Transparenz über die drei Faktoren ökologischer Impact, Performanz und die Kosten einer Komponente von Interesse.



**Abbildung 2 - Bottom-Up-Ansatz bei der Erstellung eines Optimierungsmodells zur Reduktion des ökologischen Impacts zentraler IT-Ressourcen**

Zu diesem Zweck untersuchen die Autoren verschiedene Prozesstypen. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden unter Berücksichtigung der drei oben genannten Faktoren in einem Modell zur Anpassung der Prozessorparameter überführt. Auf lange Sicht soll das Modell in ein Decision Support System integriert werden.

## **2. Empirische Exploration zentraler IT-Ressourcen**

### **2.1. Ungenutzte Potenziale aktueller Prozessorarchitekturen**

Im Forschungsfeld des Smart Meterings hat die Dena eine Studie veröffentlicht, der zufolge die 16 Mio. Büroarbeitsplätze allein in Deutschland enorme Einsparpotenziale beim Stromverbrauch böten (vgl. [Hall 2007, S. 10ff.], [dena 2007, S. 1ff.]). Werden in diesem Kontext nur die Desktoparbeitsplätze betrachtet, so sind an dieser Stelle zwei Dimensionen von besonderer Wichtigkeit. Zum einen die soziale Dimension am Arbeitsplatz und die technische Dimension. Während die soziale Dimension (im Sinne der Unternehmenskultur, Verschwendung zu vermeiden) vor allem als eine Management- und Schulungsaufgabe determiniert wird, ist die technische Dimension abhängig von der eingesetzten Hard- und Software. Während also die sozialen Aspekte eher aus TOP-Down-Sicht etabliert werden können, zielt die Optimierung der Technik zur Reduktion des Stromverbrauchs eher auf eine Bottom-Up-Strategie ab. Unabhängig voneinander sind die beiden Dimensionen allerdings nicht zu betrachten, da erhebliche Interdependenzen bestehen. So ist es durchaus möglich, wie mit der EU-Standby-Verordnung 2012, technische Lösungen vorzugeben, welche bspw. der Stromverschwendung vorbeugen (vgl. [EU-Kommission 2008, S. 1ff.]). Ein entsprechendes Verhalten des Mitarbeiters würde dies allerdings auch ermöglichen, wenn Geräte im Standby vollständig vom Netz getrennt würden. Studien in diese Richtung zeigen jedoch, dass die Indoktrination von Mitarbeitern zur Reduktion des Stromver-

brauchs ohne ein permanentes Feedback zum aktuellen Stromverbrauch mit der Zeit stark nachlässt (anfänglich 20%, nach drei Wochen 7% Einsparpotenzial) (vgl. [Betz et al. 2010, S. 347-350]). Hinzu kommt im Unternehmen in Verbindung mit Stromverbrauch häufig die Problematik des Allmende-Guts und des opportunistischen Mitarbeiterverhaltens bedingt durch Moral Hazard als typisches Principal-Agent-Problem (vgl. [Gabler 2010]).

Neben der sozialen Dimension des Stromverbrauchs, welche über das Sozialsystem des Unternehmens bestimmt wird, kann also vor allem auf Basis der Hardwaresteuerung und Softwareoptimierung Energie gespart werden. Wird sich an der eingangs erwähnten Studie orientiert, so wären allein in Deutschland Einsparpotenziale von bis zu 70 Prozent des jeweiligen Energiebedarfs in büroarbeitsintensiven Branchen möglich. Nicht zu unterschätzen ist dabei die Grundlast von Bürogeräten, welche bis zu 40 Prozent des Gesamtenergiebedarfs eines Unternehmens ausmachen und trotz Standby häufig 24 Std. am Tag einen hohen Verbrauch erzeugen. Hinzu kommen Geräte wie Desktop-PCs, die im Idle-Status im Vergleich zum Volllast-Status inklusive Peripherie wie Maus und Tastatur noch bis zu 60 Prozent verbrauchen. Sind Mitarbeiter anwesend und aktiv am Rechner beschäftigt, so könnten Verbrauchsspitzen beim normalen Arbeiten durch moderne Technologien via Lastverteilung auf multiplen Prozessorkernen je nach Applikation zusätzlich optimiert werden.

Im weiteren Verlauf des Artikels wird auf die technische Dimension eingegangen und ein Modellansatz vorgeschlagen, welcher die genannten Abhängigkeiten einbezieht. Dazu zählen neben der gezielten Abschaltung einzelner Prozessorkerne die Anpassung der Spannung und Taktfrequenz sowie die Berücksichtigung der Faktoren Nachhaltigkeit, Kosteneffizienz, Multithreading und sinnvolle Lastverteilung der Threads.

## **2.2. Modell**

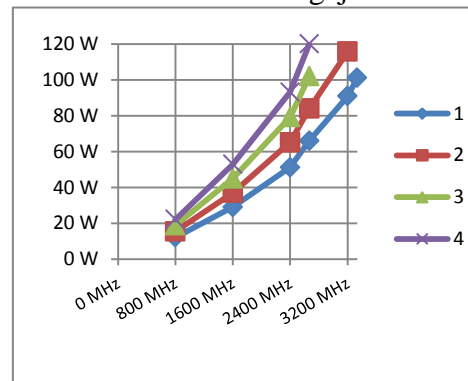
Im ersten Schritt erfolgt eine Betrachtung der Leistungsaufnahme einer Beispiel-CPU, die verschiedene neuartige CPU-Technologien implementiert: Multi-Core Architektur mit  $N=4$  einzeln abschaltbaren Kernen ( $n$  sei die Anzahl der aktiven Kerne). Der Anteil  $X$  der Leistungsaufnahme ist dabei nicht abschaltbar und wird zunächst auf 40% festgelegt, da z.B. Cache-Speicher von mehreren CPU-Kernen gemeinsam genutzt werden, sowie weiterhin mit Strom versorgt werden müssen um den Zustand der inaktiv geschalteten Kerne zu erhalten. Als weitere Variable wird die maximale Leistungsaufnahme  $P_{\max}$  der CPU definiert, im folgenden Beispiel mit 120W.

Ausgehend von den vorgegebenen Taktstufen und zugeordneten Kern-Spannung ergibt sich mit der Formel  $P = U^2 \cdot f \cdot \left( X + (1 - X) \cdot \frac{n}{N} \right) \cdot C$  die folgende Tabelle mit der Leistungsaufnahme der CPU in verschiedenen Szenarien:

| Takt    | Spannung | Anzahl aktiver Kerne |             |             |              |
|---------|----------|----------------------|-------------|-------------|--------------|
|         |          | 1                    | 2           | 3           | 4            |
| 800MHz  | 1,10V    | 12W<br>10%           | 16W<br>13%  | 19W<br>16%  | 22W<br>19%   |
| 1600MHz | 1,20V    | 29W<br>24%           | 37W<br>31%  | 45W<br>37%  | 53W<br>44%   |
| 2400MHz | 1,30V    | 51W<br>43%           | 65W<br>54%  | 79W<br>66%  | 93W<br>78%   |
| 2667MHz | 1,40V    | 66W<br>55%           | 84W<br>70%  | 102W<br>85% | 120W<br>100% |
| 3200MHz | 1,50V    | 91W<br>76%           | 116W<br>96% | -           | -            |
| 3333MHz | 1,55V    | 101W<br>84%          | -           | -           | -            |

Mit zwei bzw. nur einem aktiven CPU-Kern kann ein höherer Takt erreicht werden (vgl. auch TurboBoost von Intel) ohne die maximale Leistungsaufnahme zu überschreiten.

Es zeigt sich deutlich die hohe Spannbreite des tatsächlichen Energiebedarfs der CPU im Betrieb. Die maximale Leistungsaufnahme ist rund 10-mal so groß wie die minimale Leistungsaufnahme im Betrieb (niedrigster Takt, 1 aktiver Kern)  $P_{\min}$ . Auf Büro-Arbeitsplätzen reicht diese minimale Rechenleistung jedoch zu fast jedem Zeitpunkt aus. Allein durch die Kernabschaltung kann die Leistungsaufnahme im vorliegenden Beispiel bei nicht für Mehrkern-CPU's optimierten Anwendungen um 45% reduziert werden. Bei Verringerung des nicht schaltbaren CPU-Anteils lässt sich die Einsparung noch vergrößern.



Um die genutzte Anwendungsleistung in Abhängigkeit von der aktiven Kernanzahl und Taktstufe zu betrachten, wird eine durch den Kehrwert der jeweiligen Laufzeit definierten und anschließend auf 1 normierte Kennzahl verwendet. Für eine Anwendung mit einem seriellen bzw. nicht parallelen Anteil von  $S=20\%$  und eine einem Taktunabhängigen Laufzeitanteil (bezogen auf den Nenntakt) von  $T=10\%$  ergibt sich dann die folgende Tabelle mit der erzielbaren Anwendungsleistung:

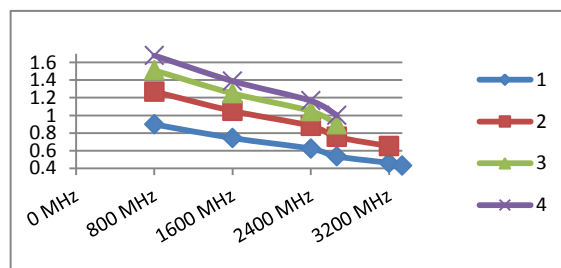
| Takt     | Anzahl aktiver Kerne |     |     |      |
|----------|----------------------|-----|-----|------|
|          | 1                    | 2   | 3   | 4    |
| 800 MHz  | 9%                   | 16% | 24% | 31%  |
| 1600 MHz | 18%                  | 32% | 47% | 61%  |
| 2400 MHz | 27%                  | 48% | 69% | 90%  |
| 2667 MHz | 29%                  | 53% | 76% | 100% |

|          |     |     |  |  |
|----------|-----|-----|--|--|
| 3200 MHz | 35% | 63% |  |  |
| 3333 MHz | 36% |     |  |  |

Am Quotient „Anwendungsleistung / Leistungsaufnahme“ kann nun die Energieeffizienz der Kombination aus CPU und Anwendung abgelesen werden:

|                | Anzahl aktiver Kerne |             |             |             |
|----------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
|                | 1                    | 2           | 3           | 4           |
| <b>800 MHz</b> | <b>0,90</b>          | <b>1,27</b> | <b>1,51</b> | <b>1,68</b> |
| 1600 MHz       | 0,74                 | 1,05        | 1,25        | <b>1,39</b> |
| 2400 MHz       | 0,62                 | 0,88        | 1,05        | <b>1,17</b> |
| 2667 MHz       | 0,53                 | 0,76        | 0,90        | <b>1,00</b> |
| 3200 MHz       | 0,46                 | 0,65        |             |             |
| 3333 MHz       | 0,43                 |             |             |             |
|                |                      |             |             |             |

Das folgende Diagramm stellt den Zusammenhang plastischer dar:

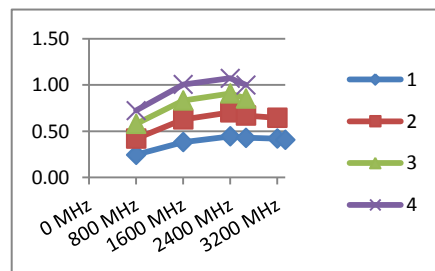


Im Beispiel ergibt sich somit für der Betrieb mit allen Kernen und dem niedrigsten Takt als der Arbeitspunkt mit der höchsten Energieeffizienz. Auch wenn in jedem Punkt nur 31% der verfügbaren Rechenleistung genutzt wird: Im schlechtesten Arbeitspunkt würde die CPU die 3- bis 4-fache Energie aufnehmen. Wird mehr Rechenleistung benötigt so kann auch hierfür ein Arbeitspunkt mit der bestmöglichen Energieausbeute bestimmt werden.

Ein anderes Ergebnis zeigt sich, wenn der Energiebedarf eines Gesamtsystems betrachtet wird. Für die Berechnung wird angenommen, dass die CPU unter Vollast 70% des Energieverbrauchs des Systems verursacht, der Energiebedarf des Systems also zwischen 60W und 170W variiert. Der optimale Arbeitspunkt wird dann bei mittlerer Taktfrequenz und allen aktiven Kernen erreicht:

| Takt     | Anzahl aktiver Kerne |      |      |             |
|----------|----------------------|------|------|-------------|
|          | 1                    | 2    | 3    | 4           |
| 800 MHz  | 0,25                 | 0,42 | 0,58 | <b>0,72</b> |
| 1600 MHz | 0,38                 | 0,63 | 0,83 | <b>1,01</b> |

|          |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|
| 2400 MHz | 0,44 | 0,70 | 0,91 | 1,07 |
| 2667 MHz | 0,43 | 0,67 | 0,85 | 1,00 |
| 3200 MHz | 0,42 | 0,65 |      |      |
| 3333 MHz | 0,41 |      |      |      |



Der nichtlineare Verlauf ist im Diagramm deutlich sichtbar:

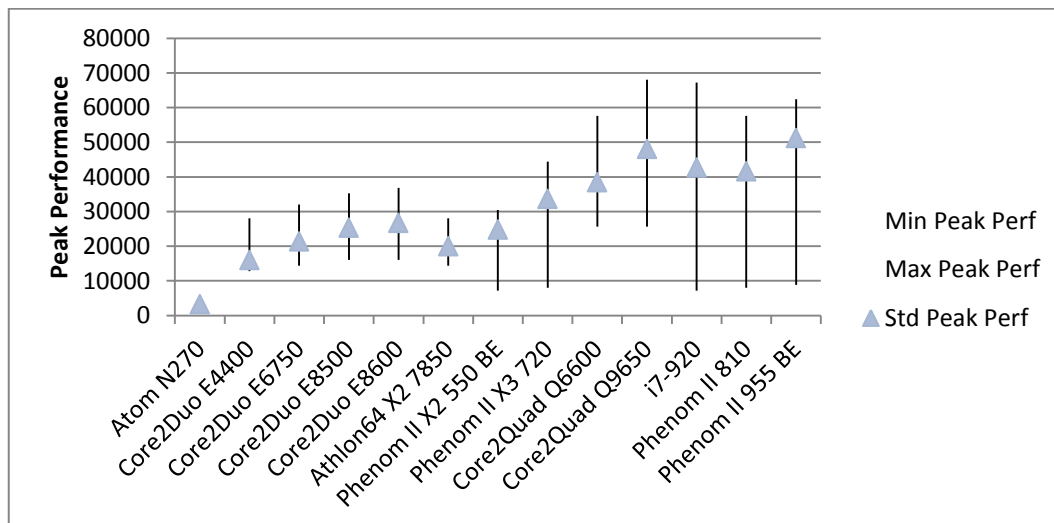
Alternativ kann auch der erhöhte Energiebedarf gegenüber einem Leerlauf des Systems betrachtet werden. Dies ist vor allem bei Systemen wie Büro-PCs interessant, die unabhängig vom aktuellen Bedarf an Rechenleistung über längere Zeiträume aktiv sind. Abhängig von der Situation muss eine geeignete Betrachtungsweise der Energieeffizienz genutzt werden, der optimale Arbeitspunkt hängt neben konkreter CPU und Anwendung auch von dieser ab.

### 2.3. Potenziale durch systematisches Über- und Untertakten

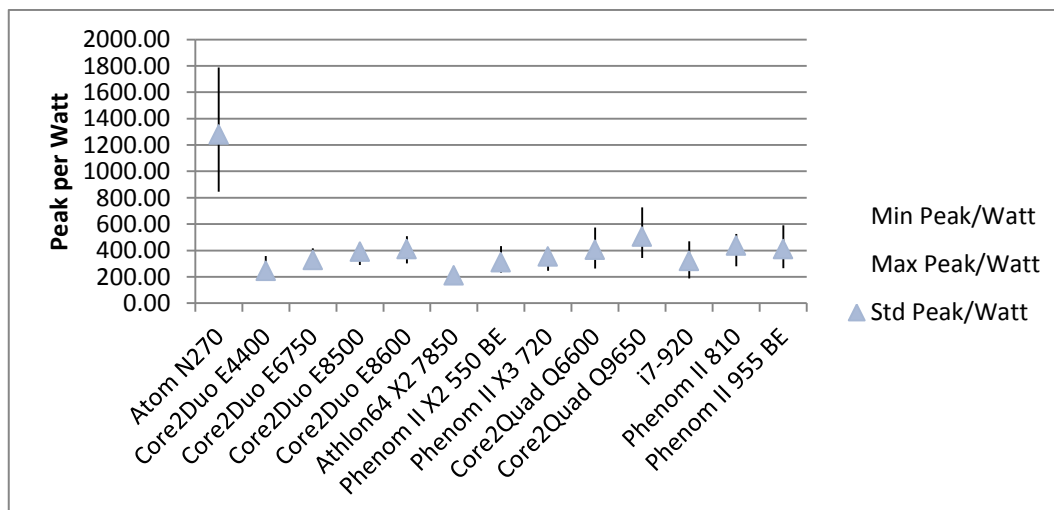
Neben den erwähnten Möglichkeiten moderner Prozessoren spielt auch die Entwicklung im Bereich Over- und Underclocking eine zunehmende Rolle bei der optimalen Nutzung aktueller Prozessorarchitekturen. Firmen wie AMD oder Intel haben z. B. mit SpeedStep oder TurboBoost Features implementiert, welche die Absenkung oder Anhebung der maximalen Frequenz einzelner Kerne erlauben, solange die TDP-Werte, also die Verbrauchswerte, nicht überschritten werden. Sie unter- bzw. übertakten ihre Prozessoren von Hause aus, um die Performance von Applikationen zu optimieren, die nur bedingt parallelisierbar sind.

Bei der Erstellung des vorliegenden Artikels wurden daher ausgewählte Prozessoren getestet und die minimale bzw. maximale Belastbarkeit der vorhandenen Prozessorarchitektur über Benchmarks auf Basis des arithmetischen Mittels analysiert. Die wichtigsten Faktoren, die dabei Berücksichtigung fanden, waren die minimale und maximale Spannung sowie Frequenz, der Energieverbrauch, die Anzahl der Prozessorkerne, die Temperatur, die Reaktionszeit der De- und Aktivierung einzelner Kerne und das dynamische Über- bzw. Untertakten je nach Architektur.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse:



**Abbildung 3: Selektierte Prozessoren und ihre Peak Performance im Vergleich**



**Abbildung 4: Selektierte Prozessoren und ihre Performance pro Watt**

Mit Bezug zu den Abbildungen ist im Ergebnis festzuhalten, dass die Performance des Intel Atoms sehr gering ist, die Leistung pro Watt jedoch enorm und damit der ökologische Einfluss im Vergleich zu den anderen Prozessoren deutlich positiv. Betrachten wir neuere Prozessorgenerationen, so fallen vor allem die hohe Skalierbarkeit des i7-920 und die hohe Dynamik beim Stromverbrauch durch den Q9650 von Intel auf.

Folgende Nutzung der Untersuchungsergebnisse bietet sich an: Durch die Analyse der vorhandenen Hardware und einer anschließenden Ermittlung optimaler Arbeitspunkte für die jeweilige Applikation anhand einer Heuristik könnten diese in wiederverwendbare Anwendungsprofile überführt werden. Daraus ergäben sich optimierte Stromverbräuche je nach Applikation. Schließlich belastet jede Applikation das jeweilige System sehr differenziert. Idle-Verbrauch sowie Stromverbrauchsspitzen könnten reduziert werden.

### 3. Kritische Würdigung

Auf Basis der bisherigen Ergebnisse müssen jedoch einige kritische Anmerkungen vorgenommen werden:

- Die dargestellten Ergebnisse sind nicht auf jeden individuellen Fall übertragbar.
- Die Produktionsqualität heutiger Prozessoren schwankt und hat damit Effekte auf das Potenzial zum systematischen unter- bzw. übertakten. Zudem sind nicht alle Prozessoren über- bzw. untertaktbar.
- Instruktionen wie SSE, SSE II, Hyperthreading etc. haben, wenngleich marginal, Einfluss auf die Gesamtpformance einer CPU und werden nicht durch die oben genannten Veränderungen tangiert.
- Neue Chipsatzarchitekturen auf dem Mainboard haben Auswirkungen auf die Gesamtpformance des Rechners. Über- und Untertaktung kann über den FSB oder bspw. über QPI unterschiedliche Effekte auf die Gesamtpformance aufweisen. Dies trifft auch auf den Speicher und die verwendeten Timings des Speichers zu.
- Die Gesamtpformance eines Systems wird in der Studie über die Peak Performance determiniert, allerdings können theoretische und reale Performance unterschiedlich sein. Zur Definition der Performance wird dieser Faktor jedoch zur Normung der Ergebnisse etabliert.
- Werden die Faktoren Performance, ökologischer Einfluss und Kosten miteinander verglichen, treten unweigerlich Definitionsschwächen bzw. schwer miteinander vergleichbare Varianzen auf.
- Eine optimale Lösung ist kaum erreichbar, nur eine Vielzahl annähernd guter Lösungen sind realistisch bei der Optimierung des Leistungsspektrums.
- Die Fokussierung auf Desktop- und Prozessorkomponenten erschließt noch nicht alle wesentlichen Aspekte innerhalb einer Unternehmung.
- GPU-spezifische Berechnungen über Schnittstellen wie CUDA, OpenCL oder Stream ermöglichen weitere Szenarien für Optimierungen, die bisher nicht berücksichtigt wurden.

Als Fazit kann das dynamische Über- und Untertakten in Echtzeit ebenso wie das An- und Abschalten einzelner Kerne in Abhängigkeit zu der jeweiligen Applikation als gegensätzlicher Weg zur Virtualisierung verstanden werden.

Im Unternehmensumfeld ist es daher empfehlenswert, die eigenen Anforderungen sehr genau zu untersuchen. Exemplarisch sei auf die Verwendung eines Intel Atom Prozessors hingewiesen, der für die meisten Standardaufgaben vollkommen ausreichend ist. Gleichzeitig können Unternehmen aber auch durch aktive Nachfrage mehrkernfähiger Software den Markt beleben und die Entwicklung vorantreiben.



#### **4. Ausblick**

In diesem Artikel werden die Potenziale des Einsatzes von Green IT Grundsätzen auf Hardwareebene lediglich angedeutet. Insb. im Bereich des Zusammenspiels von Soft- und Hardware bleibt noch viel zu tun, um alle Einsparmöglichkeiten auszunutzen. Eine automatische Analyse bestehender Anwendungen kann eine sorgfältige, auf Mehrkernsysteme ausgerichtete Programmierung nicht ersetzen. Problematisch hierbei ist, dass eine Spezialisierung auf bestimmte Prozessortypen in der Regel zu Lasten der Effizienz einer Software auf anderen Prozessoren geht.

Dennoch befinden sich die Prozessorhersteller schon aus eigenem Interesse auf einem guten Weg, dem Programmierer entsprechende Werkzeuge zur Verfügung zu stellen. Intel bietet z. B. mit dem Parallel Studio Hilfsmittel, die es erlauben, Anwendungen gezielt für Mehrkernprozessoren zu erstellen (vgl. [Intel 2010]). Besondere Bedeutung kommt der Möglichkeit bei, die Verteilung der Anwendung auf einzelne Kerne detailliert zu analysieren. Die Initiative „Go Parallel“ stellt zusätzlich einen Anlaufpunkt für Entwickler dar (vgl. [Go Parallel 2010]). Die Herausforderung besteht darin, die Bemühungen der Hersteller so zu bündeln, dass sich der Aufwand für eine Optimierung auch über Architekturen hinweg in Grenzen hält. Der OpenCL Standard ist ein erster Schritt in diese Richtung: hier wird aus einem Quellcode Binärcode für Grafikkarten und Prozessoren erstellt. Erste Ergebnisse scheinen vielversprechend. Jedoch steht die hinzukommende Komplexität einer weiteren Verbreitung noch im Wege.

Werden die Potenziale in der sozialen Dimension und der technischen Dimension am Arbeitsplatz zeitgleich realisiert, kann global betrachtet viel für das Ökosystem getan werden.

## Literatur

[Betz et al. 2010] Betz, M; Schwartz, T. 2010: Soziale Dimensionen von Smart Metering am Arbeitsplatz. In: Tagungsband zur Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010, Universitätsverlag Göttingen, Göttingen, 2010, S. 341-352.

[dena 2007] Deutsche Energie-Agentur GmbH (2010): [http://www.initiative-energieeffizienz.de/fileadmin/InitiativeEnergieEffizienz/dachmarke/downloads/Studien\\_\\_\\_Evaluierungen/Hemmnisse\\_Energieeffizienz\\_Unternehmen.pdf](http://www.initiative-energieeffizienz.de/fileadmin/InitiativeEnergieEffizienz/dachmarke/downloads/Studien___Evaluierungen/Hemmnisse_Energieeffizienz_Unternehmen.pdf) (Zugriff am 06.11.2009)

[Ernst 2010] Ernst, N.: [http://www.golem.de/showhigh2.php?file=/1002/72885.html&wort\[\]=12&wort\[\]=kerne](http://www.golem.de/showhigh2.php?file=/1002/72885.html&wort[]=12&wort[]=kerne) (Zugriff am 05.02.2010)

[EU-Kommission 2008] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:339:0045:0052:DE:PDF> (Zugriff am 06.06.2009)

[Gabler 2010] Gabler Wirtschaftslexikon, Gabler Verlag (Herausgeber), Stichwort: Moral Hazard: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/8510/moral-hazard-v5.html> (Zugriff am 25.02.2010)

[Go Parallel 2010] <http://www.drdobbs.com/go-parallel/> (Zugriff am 12.01.2010)

[Google 2010] Efficient Data Center Summit: <http://www.google.com/corporate/green/datacenters/summit.html> (Zugriff am 06.12.2009)

[Hall 2007] Hall, A. (2007): Tätigkeiten und berufliche Anforderungen in wissensintensiven Berufen. In: Studien zum deutschen Innovationssystem. Bonn, S. 10ff.

[Haluschak 2009] Haluschak, B.: <http://www.computerwoche.de/hardware/data-center-server/1885359/index8.html> (Zugriff am 20.12.2009)

[Heise 2010] <http://www.heise.de/ix/meldung/AMD-liefert-12-Kern-Opterons-bereits-an-Server-Hersteller-aus-938045.html> (Zugriff am 26.02.2010)

[Intel 2010] <http://software.intel.com/en-us/intel-parallel-studio-home/> (Zugriff am 12.01.2010)

---

**A10**

---

**Auswirkungen des Strukturwandels deutscher Hochschulen auf die IT-Unterstützung  
des Drittmittelmanagements<sup>336</sup>**

---

**Autoren:** Britta Ebeling, Marc Klages, Michael H. Breitner

Erweiterte Fassung des Beitrags „IT-gestütztes Management von Drittmitteln im Rahmen des Forschungsmanagements an deutschen Hochschulen“, welcher zur Veröffentlichung bei der 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e. V. 2011, Berlin, im Track „Hochschule 2020: IT-Infrastruktur, Organisationsformen und Inhalte“ angenommen wurde.

**Abstrakt:** Das Multiprojektmanagement von Drittmittelressourcen wird im Kontext stetig wachsenden Volumens ein immer wichtigerer Globalprozess an Hochschulen. Mit steigender Anzahl unterschiedlicher Geldgeber wächst auch die Vielfalt der auferlegten Restriktionen zur nachweisbaren Mittelverwendung. Um diese weiterhin optimal ausschöpfen zu können, ist eine angemessene IT-Unterstützung betreffender Prozesse notwendig. Verschiedene Nutzer haben jedoch unterschiedliche Anforderungen an eine solche Software. Institute benötigen häufig eine Unterstützung, die über die bisher übliche Kennzahlenüberwachung der zentralen Hochschulverwaltung (Hochschul-Controlling) hinausgeht. Die einheitliche Erweiterung vorhandener (ERP-)Hochschulverwaltungssoftware, um das Drittmittelmanagement (DM) in unterschiedlichen Sichten zu unterstützen, wird als zielführend angesehen. Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird die sich aus der Problemstellung ergebende Forschungsfrage herausgearbeitet. Anschließend werden Ergebnisse einer Literatursichtung, einer explorativen Expertenbefragung sowie einer spezifisch ausgewählten Fallstudie vorgestellt und zu Hypothesen aggregiert. Diese teils qualitativen, teils quantitativen Ergebnisse dienen als Basis für ein Software-Artefakt (Prototyp). Re-

---

<sup>336</sup> Ebeling et al. (2011).

sultierende Erkenntnisse und Herausforderungen an die IT-Unterstützung des DM werden abschließend in Handlungsempfehlungen überführt.

# Auswirkungen des Strukturwandels deutscher Hochschulen auf die IT-Unterstützung des Drittmittelmanagements

Britta Ebeling

IWI, Leibniz Universität Hannover  
Königsworther Platz 1  
D-30167 Hannover  
+49511/762-8942

ebeling@iwi.uni-hannover.de

Marc Klages

IWI, Leibniz Universität Hannover  
Königsworther Platz 1  
D-30167 Hannover  
+49511/762-4983

klages@iwi.uni-hannover.de

Michael H. Breitner

IWI, Leibniz Universität Hannover  
Königsworther Platz 1  
D-30167 Hannover  
+49511/762-4901

breitner@iwi.uni-hannover.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Multiprojektmanagement von Drittmittelressourcen wird im Kontext stetig wachsenden Volumens ein immer wichtigerer Globalprozess an Hochschulen. Mit steigender Anzahl unterschiedlicher Geldgeber wächst auch die Vielfalt der auferlegten Restriktionen zur nachweisbaren Mittelverwendung. Um diese weiterhin optimal ausschöpfen zu können, ist eine angemessene IT-Unterstützung betreffender Prozesse notwendig. Verschiedene Nutzer haben jedoch unterschiedliche Anforderungen an eine solche Software. Institute benötigen häufig eine Unterstützung, die über die bisher übliche Kennzahlenüberwachung der zentralen Hochschulverwaltung (Hochschul-Controlling) hinausgeht. Die einheitliche Erweiterung vorhandener (ERP-)Hochschulverwaltungssoftware, um das Drittmittelmanagement (DM) in unterschiedlichen Sichten zu unterstützen, wird als zielführend angesehen. Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird die sich aus der Problemstellung ergebende Forschungsfrage herausgearbeitet. Anschließend werden Ergebnisse einer Literatursichtung, einer explorativen Expertenbefragung sowie einer spezifisch ausgewählten Fallstudie vorgestellt und zu Hypothesen aggregiert. Diese teils qualitativen, teils quantitativen Ergebnisse dienen als Basis für ein Software-Artefakt (Prototyp). Resultierende Erkenntnisse und Herausforderungen an die IT-Unterstützung des DM werden abschließend in Handlungsempfehlungen überführt.

## Schlüsselwörter

Drittmittelmanagement, Hochschul-IT, Campus-Management-System, ERP-System, explorative Expertenbefragung, Fallstudie, Prototyp

## 1. EINLEITUNG

Die Finanzierung von wissenschaftlicher Forschung im deutschen Hochschulsystem unterliegt derzeit einem grundlegenden Wandlungsprozess [33, 37]. Die Grundmittelversorgung durch die Länder reicht häufig nur noch zur Sicherung des allgemeinen Lehrbetriebs aus, da sie nicht im Verhältnis zu den Kosten ange-

stiegen ist [34]. Um die wissenschaftliche Forschung an deutschen Hochschulen weiterhin auf einem angemessenen Niveau betreiben zu können, ist eine verstärkte Einwerbung von Drittmitteln oft unerlässlich geworden. Durchschnittlich bestehen die verfügbaren Finanzmittel deutscher Hochschulen heute bereits zu über einem Fünftel aus Drittmitteln, an einigen Fakultäten sogar aus bis zu über 40% [34]. Ferner wurden neben der Gewährleistung wissenschaftlicher Forschung weitere Stimuli für Hochschulen zur vermehrten Akquisition etabliert [37]. Zu diesem Zweck wird die Höhe der eingeworbenen Drittmittel beispielsweise mit der Vergabe leistungsorientierter Mittel verknüpft [25] und dient renommierten Hochschulrankings als Bewertungsindikator [5, 9]. Das DM im deutschen Hochschulsystem befindet sich damit in einem Spannungsverhältnis zwischen der Forderung nach stärkerem Akquisitionseingagement und gleichzeitig strikteren Restriktionen durch erhöhte Anforderungen an detaillierte Verwendungstransparenz sowie nachweisbare Leistungsqualität. Mit zunehmender Anzahl verschiedener Drittmittelgeldgeber und den damit verbundenen unterschiedlichen Zuwendungsanforderungen verstärkt sich der Verwaltungsaufwand zusätzlich. Vor diesem Kontext ist in den nächsten Jahren von einer weiterhin steigenden Tendenz des Drittmittelanteils sowie dem damit verbundenen Verwaltungs- und Akquisitionsaufwand auszugehen. Angesichts stagnierender Hochschulressourcen und fortschreitender technischer Möglichkeiten werden die anfallenden Tätigkeiten zunehmend IT-gestützt durchgeführt [6]. Daher stellt die softwarebasierte Simplifizierung von Beantragung, Verwaltung, Staffing und Berichterstattung für die zukünftige Entwicklung deutscher Hochschulen eine grundlegende Herausforderung mit hoher Praxisrelevanz dar. Hierfür erscheint eine evolutionäre Optimierung der Software erforderlich, die speziell an den verschiedenen Mittelverwendungsrestriktionen und Anforderungen aller am DM Beteiligten ausgerichtet wird.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, die aktuelle Situation des DM an deutschen Hochschulen sowie Implikationen und Ansätze für Optimierungspotenziale der IT-Unterstützung zu untersuchen. Zur Beantwortung der daraus resultierenden Forschungsfragen „Wie ist der Status Quo des DM?“ und „Wie sollte ein auf die Organisations- und Prozessstruktur von Hochschulen und Forschungstätigkeiten ausgerichtetes DM IT-seitig unterstützt sein?“ sind alle Beteiligten der Drittmittelverwaltung zu identifizieren, die relevanten Organisationsstrukturen und Prozesse zu analysieren und ein Artefakt zu entwickeln, mit dem die IT-gestützte Drittmittelverwaltung an deutschen Hochschulen effektiver und effizienter unterstützt werden kann.

Im folgenden Kapitel 2 werden zunächst die Problemstellung sowie der wissenschaftliche Bezugsrahmen erläutert, an die eine Darlegung des zugrundeliegenden Forschungsdesigns anknüpft. Im Anschluss werden nach einer Analyse der aktuellen Literatur zum deutschen DM die Ergebnisse einer explorativen Umfrage und einer Fallstudie mit Prototypentwicklung auf Basis wesentlicher Hypothesen in Kapitel 3 vorgestellt. In diesem Kontext erfolgt eine Ableitung von Erkenntnissen sowie Handlungsempfehlungen in Kapitel 4. Nach einer kritischen Würdigung und dem Hinweis auf weitere Forschungstätigkeiten schließt der Beitrag mit Fazit und Ausblick in Kapitel 5 ab.

## 2. FORSCHUNGSDESIGN

### 2.1 Problemstellung und Bezugsrahmen

Drittmittel sind per Definition des Statistischen Bundesamts „solche Mittel, die zur Förderung von Forschung und Entwicklung sowie des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Lehre zusätzlich zum regulären Haushalt (Grundausrüstung) von öffentlichen und privaten Stellen eingeworben werden.“ [33] Sowohl das nominale als auch reale Volumen der von den Hochschulen eingeworbenen Drittmittel steigt seit Jahren kontinuierlich an. Dies erfolgt mit einer deutlich größeren Wachstumsrate als bei den Grundmitteln, so dass auch der Anteil der Drittmittel an den Gesamteinnahmen der Hochschulen stetig angestiegen ist [34]. Der Großteil aller eingeworbenen Drittmittel stammt in Deutschland aus staatlichen Fördergesellschaften, wie beispielsweise der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie der Europäischen Union (EU) [3]. Je nach Fachbereich machen Mittel aus Industrie und Wirtschaft oder aus Stiftungen einen weiteren großen Anteil aus. Spendengelder spielen in der deutschen Drittmittellandschaft bisher eine untergeordnete Rolle, zukünftig wird aber auch im Fundraising mit Steigerungen gerechnet [15]. Zu beachten ist jedoch der zum Teil beträchtliche Unterschied zwischen Volumen, Zusammensetzung und Bedeutung der Drittmiteleinnahmen verschiedener deutscher Hochschulformen und Fachbereiche [9].

Der Betrachtungsschwerpunkt in diesem Beitrag liegt auf dem Management bereits eingeworbener Drittmittel aus Forschungsprojekten. Diese sind im Gegensatz zu Spenden an strikte zeitliche und inhaltliche Mittelverwendungsrestriktionen geknüpft, die den Verwaltungsaufwand deutlich erhöhen. Spendengelder sind in ihrer Verwendung größtenteils frei und bedürfen daher keiner derart kontinuierlichen Überwachung. Drittmittel der Lehre oder auch Studienmittel werden hier ebenfalls nicht betrachtet, da diese aus immer gleichen Quellen stammen und anderen, vergleichsweise einheitlichen und unkomplizierteren Verwendungsrichtlinien unterliegen [15, 35]. Um eine sachgemäße Mittelverwendung sicherzustellen, werden die Bewilligungen von Forschungsmitteln an viele zum Teil sehr unterschiedliche Bedingungen gebunden. Bereits bei der Mittelbeantragung sind diese Vorgaben der Drittmittelgeber zu beachten und im späteren Management unbedingt bis ins Detail einzuhalten. Beispielsweise werden neben abweichenden Restriktionen für Verwendungszwecke auch Verwendungszeiträume, Gegenfinanzierungen, Fristen für Mittelabrufe oder Verwendungsnachweise zur Zielerreichung unterschiedlich festgelegt. Zudem ist die Landschaft potentieller Drittmittelquellen vielfältig geworden, so dass bei einer steigenden Anzahl von Geldgebern tendenziell mehr abweichende Limitierungen auftreten. Eine zusätzliche Herausforderung stellt neben weiteren hemmenden öffentlichen Verwaltungsvorschriften der Hochschulen der Zwang zur stichtaggebundenen Mittelausschöpfung dar.

Institute müssen nicht nur eine optimale Ausschöpfung der Grundmittelversorgung erreichen, sondern ebenso aller Drittmittelprojekte. Die damit einhergehende permanente Gratwanderung zur Vermeidung von Kostenüber- und -unterdeckung ist lediglich durch zweckungebundene Mittel auszugleichen, wie z.B. leistungsorientierte Mittel oder Spenden, welche jedoch ursprünglich nicht für den Kostenausgleich bestimmt sind. So kann argumentiert werden, dass die Einwerbung und Bewirtschaftung bei steigendem Anteil an Drittmitteln mit einer zunehmenden Mehrbelastung des Stamm- und Verwaltungspersonals verbunden ist, was die später vorgestellte Untersuchung bestätigt.

Insbesondere die Hochschulinstitute geraten häufig in ein Dilemma zwischen wirtschaftlichen und politischen Interessen. Die politisch angestrebte strikte Bindung der meisten verfügbaren Mittel an feste Verwendungszwecke steht mit einer wirtschaftlich angestrebten effizienten Mittelverteilung und -ausschöpfung nicht selten im Konflikt. Die in Kapitel 3 vertiefend präsentierte Fallstudie zeigt, dass in der Praxis beispielsweise die Personalkosten nicht nur durch die natürliche Mitarbeiterfluktuation schwanken. Wird ein Forschungsmitarbeiter in einem Jahr durch zwei aufeinanderfolgende Drittmittelprojekte finanziert, die zeitlich jedoch nicht direkt aneinander anknüpfen, kann er nicht vorübergehend entlassen werden, sondern sollte über das Personalbudget eine Zwischenfinanzierung erhalten. Eine derartige Mittelumschichtung kommt im Praxisalltag nicht nur im Personalbereich häufiger vor.

Die geschilderten, bereits seit Jahren bekannten Hemmnisse haben zwar vereinzelt Vereinfachungen und Vereinheitlichungen induziert, die zentralen Herausforderungen von Drittmittelakquisition und -management sind jedoch bis heute existent [37] und softwareseitig kaum unterstützt. Dementsprechend sollte eine Software, die für sich den Anspruch der ganzheitlichen IT-Unterstützung des DM erhebt, auch die Möglichkeit einer kurzfristigen Mittelumverteilung zur Bestandssicherung berücksichtigen. Um dies leisten zu können, muss sie nicht nur die einzelnen Drittmittelprojekte im Sinne eines umfangreichen Multiprojektmanagements abbilden, sondern darüber hinaus die Auswirkungen auf das Grundmittelbudget und weitere Einnahmequellen einbeziehen.

### 2.2 Methodischer Aufbau der Forschung

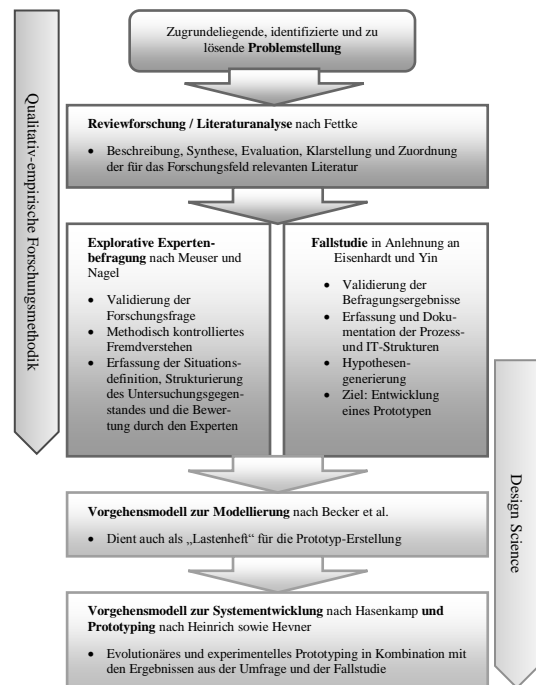
Grundlage der vorliegenden Untersuchung ist eine Mischung aus verschiedenen Methoden des qualitativ-empirischen Forschungsansatzes (explorative Expertenbefragung, Fallstudie) nach Meuser/Nagel [29], Huberman und Miles [22], Eisenhardt [10] sowie Yin [38] und des Design Science (Prozessmodellierung, Softwareartefakt) nach vom Brocke [36], Hevner et al. [20] und Frank [12]. Laut Hevner hat das Design Science „[...] its roots in engineering and the sciences of artificial“ und „[...] is fundamentally a problem-solving paradigm“ [20]. Das dem Beitrag multimedisch zugrundeliegende Forschungsdesign [24] beginnt zunächst mit Reviewforschung, welche auch für die Verwendung eines State-of-the-Art Artikels geeignet ist [11]. Analog zu Fettker wird ein Review als prozessorientierte Forschungsmethode interpretiert, welche sich in Problemstellung, Literatursichtung und -auswertung sowie Analyse, Interpretation und Präsentation gliedert [7]. Neben der hier eher kurz gehaltenen Literatursichtung fokussiert sich der Beitrag auf die Ergebnispräsentation einer explorativen Expertenbefragung zur Evaluation der aktuellen Drittmittelverwaltungs- und IT-Unterstützungssituation an deutschen Hochschulen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf einem

offenen, leitfadenorientierten Experteninterview nach Meuser und Nagel „zur Generierung bereichsspezifischer und objekttheoretischer Aussagen“ [29]. Diese Methode findet vor allem in Explorationen mit überschaubaren Fallzahlen Verwendung. Dabei bildet der organisatorische, inhaltliche und institutionelle Kontext den Untersuchungsgegenstand und nicht die befragte Gesamtperson selbst. Wichtig ist daher die Befragung von Personen, die Teil des Handlungsfeldes selbst sind und Informationen über die Kontextbedingungen ihres eigenen Handelns liefern können. Dabei stehen die Extraktion von Betriebs- und Kontextwissen, Strukturzusammenhängen, Gemeinsamkeiten sowie Unterschieden anhand typischer Äußerungen und der Funktionskontext der institutionell-organisatorischen Handlungsbedingungen im Vordergrund. Die nach der stringenten Analyse daraus hervorgehenden Forschungsergebnisse ermöglichen nicht nur die Ableitung geeigneter Hypothesen, sondern sind zugleich auch Prüfinstanz für die Geltungsreichweite des zugrundeliegenden theoretischen Erklärungsansatzes [28, 29].

Parallel zur Umfrage beinhaltet das Forschungsdesign eine Fallstudie in Anlehnung an Eisenhardt und Yin. Laut ersterer fokussiert die Forschungsstrategie einer Fallstudie auf „*understanding the dynamics present within single settings*“ [10]. Yin konstatiert darüber hinaus: „*Case studies can involve either single or multiple cases, and numerous levels of analysis*“ [38]. Neben dem Prozess zum Aufbau von Hypothesen und Theorien durch Beobachtung, Dokumentation, Datenanalyse und iterativem Erkenntnisgewinn zur Entwicklung nachhaltiger Hypothesen in Fallstudien nach Eisenhardt (acht Stufen des Erkenntnisgewinns), bieten die verwendeten Ansätze der konstruktionsorientierten Forschung [2] Möglichkeiten zur modellbasierten Strukturierung der aus der Umfrage und Fallstudie abgeleiteten Erkenntnisse. Dem Vorgehensmodell nach Becker et al. [2] und dem Projektmanagementansatz nach Jenny in der Fallstudie folgend [23], kann eine Modellierung wesentlicher Strukturen hilfreich sein, um bestehende Hypothesen zu validieren. Dies erfordert jedoch die Vorbereitung, Entwicklung eines Strategie- und Ordnungsrahmens, eine Ist/Sollprozessmodellierung sowie –analyse und neben weiteren Punkten die Berücksichtigung der prozessorientierten Aufbauorganisation.

Der konstruktionsorientierten Wirtschaftsinformatik weiter folgend, kann zur Evaluation der Ergebnisse von Befragung und Fallstudie (u. a. Hypothesen) ein Artefakt in Form eines Prototypen nach Hevner sinnvoll sein. Im Verlauf des Forschungsdesigns wird die erwähnte Fallstudie daher um die Modellerhebung von Ist- und Sollprozessen unter Berücksichtigung der Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung [2] ergänzt und dient als Grundlage zur Einbindung der Prozessstrukturen in den Prototypen. Dieser wird dabei als eigenständiges Software-Artefakt mit definierten Eigenschaften sowie einer oder mehreren definierten Schnittstellen nach Heinrich [18] aufgefasst. Neben Österle sieht auch Hevner in Softwareartefakten die Gelegenheit, sowohl existierende Problemstellungen als auch Hypothesen und Theorien durch die Erfahrung, die Kreativität und Intuition sowie Fähigkeiten zur Problemlösung seitens des Forschers zu überprüfen und zu modifizieren [20]. Ferner ermöglicht der Prototyp ein Experimentieren mit speziellen Lösungsmöglichkeiten, um bestehende Erkenntnisse im Gesamtkontext zu vertiefen und neue zu generieren. Er dient vor dem Untersuchungskontext auch zur späteren sukzessiven Einbindung der Globalerkenntnisse in bestehende ERP- bzw. Campus-Management-Systeme (CMS). Zum vertiefenden Begriffsverständnis und zur Eingrenzung eines CMS

gegenüber einem ERP-System sei an dieser Stelle sowohl auf Alt und Auth [1], Sprenger und Klages [31], Breitner et al. [5] als auch Bielezke [4] verwiesen. Im Rahmen dieses Beitrags wird ein Campus-Management-System entsprechend synonym betrachtet.



**Abbildung 1: Forschungsdesign des vorliegenden Beitrags.**

Die dem Forschungsdesign (vgl. Abbildung 1) zugrundeliegenden beiden Forschungsströmungen, sowohl „*rigor*“ als auch „*relevance*“ (im Sinne der angloamerikanischen und zentraleuropäischen Methodendiskussion zur engeren Verzahnung von Erklärungs- sowie Gestaltungsfunktion), lassen sich wie bei Kaplan und Duchon [24] als „*multi-method research*“ gut miteinander kombinieren. Die Vorteile dieser Vorgehensweise liegen in der zyklischen Iteration der Teilergebnisse und einer langfristigen Validierung der Gesamtergebnisse über empirische Daten (in diesem Fall über die Befragung, die Fallstudie und den Prototypen), Interpretation und einen ständigen Optimierungsprozess.

### 3. AUSGANGSSITUATION UND ANALYSE

#### 3.1 State of the Art

Um einen grundlegenden Überblick der aktuellen Situation an deutschen Hochschulen zu gewinnen, ist die Betrachtung landesfremder Literatur in diesem Kontext zunächst nicht zielführend, da die Drittmittelverwaltung in Deutschland mit anderen essentiellen Herausforderungen konfrontiert ist als an ausländischen Hochschulen [14]. Doch auch in der vornehmlich nationalen Literatur wird dem IT-gestützten Management von Drittmittelressourcen an deutschen Hochschulen bisher nur wenig systematische Beachtung geschenkt. Der Fokus deutscher Literatur liegt derzeit vorwiegend auf der Akquisition von Dritt- sowie Sondermitteln und Spenden (Fundraising) [17], das Management bereits eingeworbener Dritt- sowie Sondermittel findet hingegen vorwiegend aus rechtlicher Sicht Beachtung [35].

Eine Softwareunterstützung wird nur unsystematisch am Rande erwähnt, z. B. im Kontext einiger CMS. Ein ähnlicher Ansatz findet sich beispielsweise an der Universität Osnabrück, die

derzeit ein Referenzmodell für Fundraising-Managementsysteme umsetzt [27]. Ebenso wie der Bereich der Drittmittelforschungsförderung gehört Hochschulfundraising zu den vielversprechenden Finanzierungsquellen der Zukunft [15], jedoch steht es anderen Anforderungen gegenüber. Als weiteres Beispiel wurde an der Freien Universität Berlin in Zusammenarbeit mit der Datatrain GmbH ein SAP-Modul entwickelt, das eine IT-Unterstützung der Drittmittelprojektverwaltung bietet. Der Fokus liegt hier jedoch auf einer Verbesserung des Reportings sowie einer zentralen Übersicht aller Forschungsvorhaben und -beziehungen der Universität [8]. Weitere Projekte und Forschungsvorhaben finden sich neben der spärlich gesäten Literatur jedoch kaum oder sind im betrachteten Kontext nicht relevant. Aus diesem Grund konnte aus dem Reviewprozess kein fundiertes Bild der aktuellen IT-Unterstützung von Drittmittelprojektverwaltung an deutschen Hochschulen extrahiert werden.

### 3.2 Umfrage an deutschen Hochschulen

Zur Verifikation der Relevanz des Forschungsvorhabens wurde eine explorativ-qualitative Expertenbefragung durchgeführt. Ziel der Umfrage war ein erweiterter Erkenntnisgewinn und die Überprüfung, ob in der deutschen Hochschullandschaft ein Bedarf für Verbesserungen der IT-Unterstützung im DM besteht. Zur Identifikation geeigneter repräsentativer Experten im Sinne von Meuser und Nagel [29] mit ausreichend Erfahrung in der Drittmittelverwaltung wurde die Grundgesamtheit aller in Deutschland anerkannten Hochschulen [21] zunächst auf die Universitäten reduziert. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass der Anteil der eingeworbenen Drittmittel bei Fach-, Musik- und Kunsthochschulen im durchschnittlichen Vergleich deutlich unterhalb des Anteils bei Universitäten liegt [34]. Zu den zum Zeitpunkt der dreimonatigen Untersuchung (2009/2010) anerkannten 113 Universitäten zählten einige sehr kleine Universitäten, die kaum Drittmittel einwarben, weshalb bei diesen nicht von einem relevanten Erfahrungswert ausgegangen werden konnte. Daher wurde die Zahl der befragten Universitäten auf die TOP 40 der Drittmittelleinwerber im Jahr 2009 begrenzt [6<sup>1</sup>]. Diese Menge kann u. a. in Bezug auf die spezifischen Merkmale „Größe und Standort“ als repräsentativ angesehen werden, da unterschiedliche Universitäten aus allen Bundesländern vertreten sind. Als Experten konnten Abteilungsleiter und Sachbearbeiter der zentralen Drittmittelabteilungen identifiziert werden, die sich in ihrer täglichen Arbeit mit den verwaltungstechnischen Abläufen rund um Drittmittelprojekte und Mittelbewirtschaftung befassen. Die auf zunächst 20 Minuten ausgelegten Befragungen wurden telefonisch durchgeführt, um eine Möglichkeit für Vertiefungen und Diskussionen zu bieten. Die Grundlage bildete ein Gesprächsleitfaden, der den Umfrageeteilnehmern zur Verfügung gestellt wurde. Er enthielt größtenteils offene Fragen zu den Kategorien:

1. Allgemeine Angaben zu Interviewpartner und Hochschule,
2. Organisation der Drittmittelverwaltung,
3. Vorhandene IT-Unterstützung,
4. Zufriedenheit mit Organisation und IT-Unterstützung,
5. Verbesserungspotentiale und
6. Relevanzeinschätzung.

Analog zum Forschungsdesign konnten Aufbau und Ablauf der Befragung nach dem Vorgehen von Meuser und Nagel nachemp-

funden [29] und nach Mayring / Gläser und Laudel [16, 28] kontextbezogen durch Inhaltsanalyse ausgewertet werden:

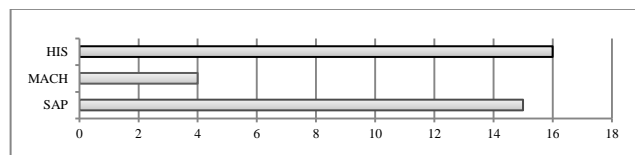
|   |
|---|
| Intersubjektiv nachvollziehbare Determination von Kriterien zur Expertenselektion   |
| Durchführung der Interviews nach offenem Gesprächsleitfaden   |
| Festlegung einer Auswertungsstrategie   |
| Wortgetreue Transkription   |
| Der Chronologie des Gesprächs folgende Paraphrase   |
| Verdichtung des Interviewmaterials in Überschriften / Auflösung der Sequentialität der Transkripte  |
| Thematischer Vergleich der Inhalte durch Inhaltsanalyse und Kategorisierung nach Mayring und Lamnek   |
| Soziologische Konzeptualisierung, Interpretation sowie Systematisierung von Relevanzen, Typisierungen und Deutungsmustern                           |
| Auszählung von Antworthäufigkeiten (Frequenzanalyse)  |
| Formulierung empirisch generalisierter Tatbestände aus erweiterter soziologischer Perspektive und Überführung in die theoretische Verallgemeinerung |

**Abbildung 2: Vorgehen zum Experteninterview in Anlehnung an Meuser und Nagel [29]**

### 3.3 Darstellung der Umfrageergebnisse

Von den 40 identifizierten Experten nahmen 35 an der Umfrage teil. Dies entspricht einer Resonanzquote von 87,5%. Die hohe Teilnehmerzahl spiegelt das große Interesse wider, das dem Forschungsthema dieses Beitrags entgegengebracht wurde. Dies hoben nahezu alle Experten explizit hervor. Die Ergebnisse wurden zusätzlich auf den Einfluss der Non-Response Rate hin überprüft. Die Kontrolle zeigte weder einen signifikanten Response- noch Non-Response-Bias.

Von den befragten Experten waren 26 in leitender Position des Drittmittelbereichs der zentralen Hochschulverwaltung tätig. Hinzu kamen 7 Sachbearbeiter und 2 Mitarbeiter in ähnlichen Positionen mit weitreichenden Kompetenzen. An 20 der befragten Universitäten wird eine kaufmännische Buchführung durchgeführt, 15 verwenden Kameralistik. Organisatorisch wird die Bewirtschaftung der Drittmittel an 14 der befragten Universitäten zentral und an 21 dezentral durchgeführt. Es konnte beobachtet werden, dass die Organisation der Universitäten mit geringem Drittmittelvolumen eher zentral und mit steigendem Volumen eher dezentral aufgestellt ist. Daher wird von einer vorwiegend zentralen Ausrichtung der nicht befragten Universitäten ausgegangen. Als Grund wurde von den Befragten angegeben, dass „mit zunehmender Projekt- und Geldgeberanzahl der resultierende Verwaltungsaufwand zentral nur mit enormer Personalaufstockung zu bewältigen wäre“. Die Universitäten sehen es daher als effizienter an, zentral prüfende Berater für die Verwaltungsabläufe zu beschäftigen und die operative Bewirtschaftung an die Fakultäten und Institute abzugeben.



**Abbildung 3: Verwendete Standardsoftware.**

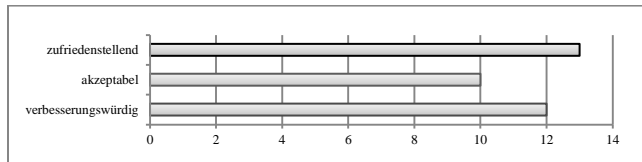
Alle befragten Universitäten setzen Software der Firmen HIS GmbH, MACH AG oder SAP AG ein (vgl. Abbildung 3). Darüber hinaus gaben 22 Experten an, nebenbei Excel-Tabellen für zusätzliche Auswertungen und Berichte zu benutzen. 13 Universitäten entwickelten zusätzliche Access-Datenbanken, die hauptsächlich für Projektstammdaten, Forschungsdatenbanken und statistische Auswertungen verwendet werden. Von einigen dezentral organisierten Verwaltungen wurde die Vermutung

<sup>1</sup> Auswertung von Selbstauskunft der Universitäten.



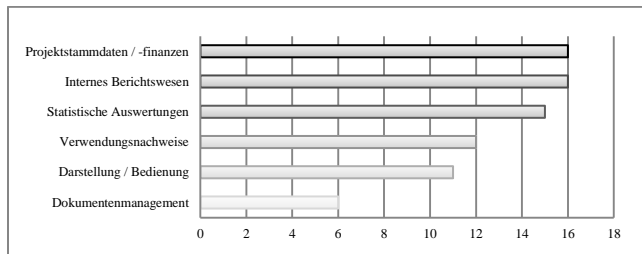
geäußert, dass an den Instituten darüber hinaus noch weitere Excel-Listen gepflegt werden oder sogar eigene Zusatzsoftware verwendet wird.

Die Zufriedenheit der befragten Experten mit ihrer vorhandenen Softwareunterstützung teilt sich in etwa drei gleiche Teile auf (vgl. Abbildung 4). Etwas mehr als ein Drittel empfanden sich gut in ihrer täglichen Arbeit unterstützt. Das nächste Drittel beschrieb die Software als grundsätzlich akzeptabel, sah aber Verbesserungspotentiale in einzelnen Bereichen. Der Rest bemerkte eindeutigen Verbesserungsbedarf in der IT-Unterstützung.



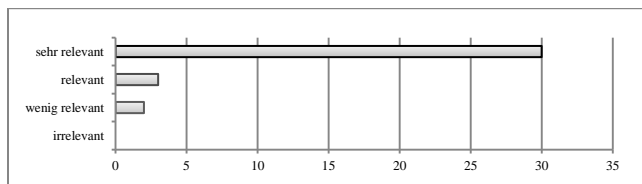
**Abbildung 4: Zufriedenheit mit der IT-Unterstützung.**

Verbesserungspotentiale sahen die Experten besonders in den Bereichen Verfügbarkeit von Projektstamm- / -finanzdaten, internes Berichtswesen, Erstellung von statistischen Auswertungen und Verwendungsnachweisen sowie in Darstellung und Bedienbarkeit der Software (vgl. Abbildung 5).



**Abbildung 5: Bereiche für Verbesserungspotentiale.**

Die IT-Unterstützung der Drittmittelverwaltungsabläufe wurde von den meisten Experten als sehr relevant mit steigender Tendenz in den nächsten Jahren eingeschätzt (vgl. Abbildung 6).



**Abbildung 6: Relevanz der IT-Unterstützung.**

Sowohl das große Interesse der befragten Experten als auch deren hohe Einschätzung der IT-Relevanz unterstützen die Annahme der Forschungsfrage, dass für den betrachteten Bereich weiterer Forschungsbedarf besteht. Aus der Auswertung der Umfrage geht hervor, dass die Verbesserungspotentiale nicht innerhalb der Kernfunktionen der eingesetzten (ERP-)Standardsoftware zu finden sind, wie z.B. Buchführung oder Personalwesen, sondern in deren Vernetzung. Laut den Experten entsteht der größte Zeit- und Informationsverlust durch die Aggregation von Daten, die zum Teil innerhalb der Software, aber auch außerhalb in den Verwaltungsstellen verteilt liegen. Eine genauere Analyse der zu verbessernden Funktionen und zu unterstützenden Prozesse erfolgt durch die Fallstudie und das Prototyping.

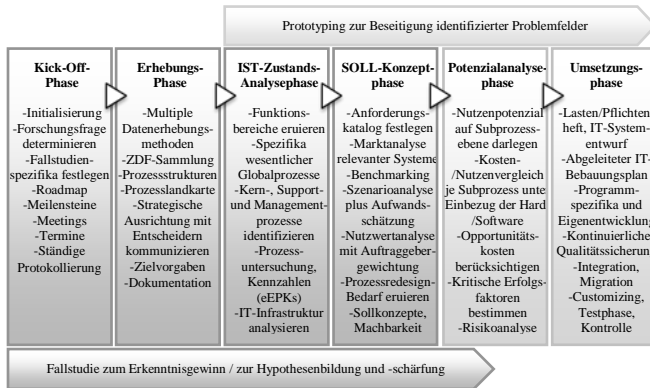
### 3.4 Fallstudie

Die Herausforderungen der IT-Unterstützung des DM wurden fallspezifisch in einem Gemeinschaftsprojekt des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Leibniz Universität Hannover (IWI) mit dem Institut für Zell- und Molekularpathologie (IZMP) der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) untersucht. Die Forschung stellt für das IZMP einen wesentlichen Bestandteil dar, so dass zur Aufrechterhaltung eines angemessenen Maßes an Qualität und Umfang, Drittmittel von mehreren unterschiedlichen Geldgebern eingeworben werden. Hierzu gehören vor allem staatliche Fördergesellschaften und Stiftungen. Aufgrund der langjährigen Erfahrung und vielfältigen Drittmittelgeberstruktur sowie einer hohen intrinsischen Motivation eignete sich das IZMP zur Untersuchung der zu unterstützenden Prozesse sowie der benötigten IT-Funktionen. Damit wird den Kriterien einer systematischen Fallselektion und Festlegung der Rahmenbedingungen nach Yin, aber auch Eisenhardt im Hinblick auf die Forschungsfragen Rechnung getragen [10, 38]. Durchgeführt wurde die Fallstudie im Jahr 2009/2010 und beanspruchte ein Zeitfenster von etwa einem Jahr.

Nach Aufnahme erster Prozesse, Zahlen und Daten entwickelte sich parallel zur Fallstudie frühzeitig ein Softwareentwicklungsprojekt. Aus diesem Grund wurde der Ablauf auf ein sukzessiv erweitertes Vorgehensmodell in interdisziplinärer Anlehnung an das Prozedere in Fallstudien, im Projektmanagement (PM), in der Systementwicklung (SE) und des Prototypings (PT) gestützt. Neben anderen basiert das Vorgehensmodell damit auf den Inhalten der Modellierungsmethoden nach Becker et al. [2] sowie den „Phasen der Systementwicklung“ von Stahlknecht und Hasenkamp [32]. Abbildung 7 zeigt die Projektphasen, welche für die spezifischen Bedingungen der Fallstudie weiterentwickelt wurden, sowie den Anschluss an die Prototypentwicklung. Als Ausgangsbasis der Erhebung wurde eine grundlegende Analyse der vorhandenen Strukturen durchgeführt, deren größte Herausforderung in einer detaillierten Abbildung der komplexen Finanzierungsstruktur des IZMP lag. Im Rahmen einer anknüpfenden, umfangreichen IST-Analyse konnten die Kern- und DM-Prozesse des IZMP analysiert und unter Berücksichtigung aller Beteiligten sowie der eingesetzten IT modelliert werden. Trotz einer sehr dezentral orientierten Organisation der Drittmittelprojektverwaltung mit großem Gestaltungsfreiraum für das IZMP war in den Prozessen eine starke und stetig wiederkehrende Abhängigkeit von der rechtlichen Unterstützung der zentralen Verwaltung zu beobachten. Zur Verbesserung der Kommunikation ist daher eine feste zentrale Ansprechpartnerin in der Organisationsstruktur der MHH verankert, die auf Bedürfnisse eines „Fachbereichs“ spezialisiert ist. Die IT-Unterstützung in diesem Umfeld erfolgt durch die vorhandene (ERP-)Standardsoftware sowie eine eigens für die MHH entwickelte Controlling-Software. Beide sind hauptsächlich auf die Anforderungen der zentralen Hochschulverwaltung zugeschnitten und für den dezentralen Bereich des IZMP nicht ausreichend abgestimmt. Besonders eine erforderliche Management-Cockpit-Funktion zur Entscheidungsunterstützung auf Instituts-ebene sowie die Bereiche der optimalen Mittelausschöpfung und des Staffings werden nicht adäquat unterstützt. Notwendige Daten wurden vom IZMP aus beiden Programmen sowie verschiedenen Aktenordnern in einer redundanten und inkonsistenten Sammlung an Papier- und Word-Dokumenten sowie mehreren nicht konsequent gepflegten selbsterstellten Excel-Listen zusammengeführt. Mit deren Hilfe konnte jedoch ein ausreichender und zeitnahe Überblick erzielt werden. Das Know-How konzentrierte sich in der Fallstudie allerdings auf eine einzelne Person im Institutssek-

retariat, die durch ihr Engagement stark zum Erfolg des Drittmittelprojektmanagements beitrug.

Bereits durch die Beschäftigung mit dem Thema und das Überdenken der Strukturen erschlossen sich Ansätze für Verbesserungspotentiale (Prozesse, Vorgänge, Aktivitäten, IT-Landschaft). Aus diesen wird in Kombination mit den durchgeführten Analysen ein Anforderungskatalog abgeleitet.



**Abbildung 7: Fallspezifisches Vorgehen auf Basis etablierter Modelle; aufgeteilt in typische Phasen des PM, SE, PT.**

### 3.5 Hypothesenbildung und Ableitung von Anforderungen an die IT-Unterstützung

In Anlehnung an die sechste Phase des Erkenntnisgewinns durch Fallstudien nach Eisenhardt [10] und dem Ansatz zur Theorienbildung in Design Science Research nach Gehlert et al. [13], werden wesentliche Beobachtungen in Hypothesen überführt. Gehlert et al. konstatieren in diesem Kontext: "[...] we have argued that hypotheses should be used when designing IT artifacts." [13]. Für die Hypothesenbildung und die darauf folgende Ableitung von Anforderungen an eine IT-Unterstützung des DM werden auf Basis der allgemeinen Problemstellung die wesentlichen Erkenntnisse der Fallstudie sowie der Expertenbefragung berücksichtigt. Bedingt durch die Dokumentation und Homogenität der Ergebnisse heterogener Erhebungen kann argumentiert werden, dass sie der Intersubjektivität, Verlässlichkeit und Reliabilität entsprechen [38].

Neben den typischen, in Kapitel 2.1 erläuterten Herausforderungen im DM lassen sich besondere Bedürfnisse einer dezentralen Verwaltung identifizieren, auf die im folgenden Kapitel 4 näher eingegangen wird. Dabei zeigt sich, dass sich die Anforderungen des Instituts an die bisher unzureichende IT-Unterstützung deutlich von denen der zentralen, eher zufriedenen Hochschulverwaltung unterscheiden. Diese Unterschiede und die Vorteile einer IT-Unterstützung des DM auf *beiden* Ebenen wurden erst nach und nach im Verlauf der Fallstudie von der Institutsverwaltung sowie dem zentralen Controlling (an)erkannt. Aus diesen Erkenntnissen lassen sich im Wesentlichen zwei Hypothesen ableiten:

1. Zentrale und dezentrale Organisationsebenen sind zu unterscheiden und erfordern verschiedene Sichten auf das DM mit entsprechend adaptierter IT-Unterstützung.
2. Bisher existierende DM-Softwarelösungen bieten keine ganzheitliche Unterstützung der identifizierten Sichten, welche sowohl prozessorientiert als auch in die bestehende IT-Landschaft integriert sind.

Dabei sind sowohl die Ebenen als auch die Sichten zu unterscheiden. Sichten sind im Beitrag als Nutzerperspektiven verschiedener Prozessbeteiligter (bspw. Institutsleiter vs. Projektleiter) auf verschiedenen Ebenen (zentral vs. dezentral) zu interpretieren. Neben typischen Anforderungen an die Hochschul-IT (siehe u. a. Sprenger und Klages [31]), können spezifische DM-Bedürfnisse dieser Ebenen und jeweiligen Sichten identifiziert und zu einem DM-spezifischen Anforderungskatalog aggregiert werden:

|   |                |
|---|----------------|
| Automatische Berichtgenerierung und Entscheidungsunterstützung  | beide          |
| Cockpit-Funktionalität für verschiedene Sichten (Ampelfunktion) | eher dezentral |
| Kennzahlenüberwachung   | eher zentral   |
| DM-Echtzeiteinformation   | eher dezentral |
| Einheitliches Datenmodell (Datenkonsistenz, keine Redundanz)    | beide          |
| Integrierte Softwarelösung und Single-Sign-On                   | beide          |
| Intuitive Benutzerführung (Niedrige Lernkurve für Nutzer)       | dezentral      |
| Konkretes Rollenmodell (Rechte, Aufgaben, Pflichten, Sichten)   | beide          |
| Multiprojektmanagement-Unterstützung                            | dezentral      |
| Prognose zur Projektkalkulation                                 | beide          |
| Prozess- und Workfloworientierung                               | dezentral      |
| Termin- und Richtlinienüberwachung (Plausibilitätskontrollen)   | dezentral      |

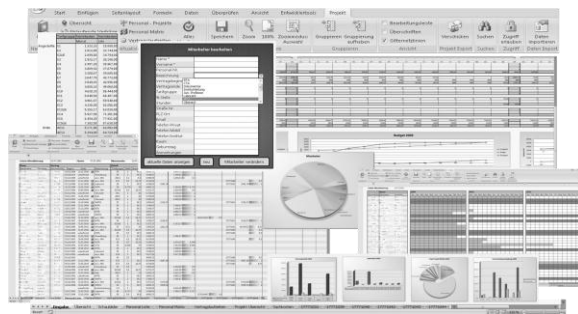
**Abbildung 8: DM-spezifischer Anforderungskatalog.**

### 3.6 Prototyp-Entwicklung

Die im Anforderungskatalog festgehaltenen Ergebnisse dienten als Grundlage für ein Lastenheft zur Prototypentwicklung. Diese ermöglicht eine systematische Beobachtung und Evaluation der Teilergebnisse aus der explorativen Expertenbefragung im natürlichen Kontext der Fallstudie (Prozessmodellierungen etc.) unter Verwendung spezifischer Metriken. Zeitgleich findet auch eine Evaluation des Prototypen durch die Methode der Pilotierung innerhalb der Fallstudie selbst statt [30]. Bei der in diesem Fall gewählten Prototyping-Methode handelt es sich um ein evolutionäres bzw. in Teilen experimentelles Vorgehensmodell, das vom bekannten Wasserfallmodell abgeleitet worden ist [26]. In mehrfachen Iterationen wurde der Prototyp nach und nach zum fertigen Endprodukt weiterentwickelt [19]. Das Prototyping diente dazu, binnen kürzester Zeit eine lauffähige Softwarelösung zu entwickeln, um frühzeitige Tests unter realistischen Bedingungen gemeinsam mit den Anwendern durchzuführen. Da die Anschaffung zusätzlicher Software nicht gewünscht wurde, basiert der Prototyp als individuelle Software-Erweiterung auf den vorhandenen IT-Ressourcen. Auf der gewählten technischen Grundlage von Microsoft Excel 2007 ist ein Management von Drittmitteln bei entsprechender Anpassung zwar möglich, jedoch handelt es sich um ein Programm zur Tabellenkalkulation ohne integrierte Datenbank. Daher wurde für den Prototyp eine Datenanbindung an die vorhandene (ERP-)Hochschulverwaltungssoftware implementiert. Er unterstützt das IZMP vor allem in den Bereichen Mittelausschöpfung, Staffing und Terminüberwachung deutlich effizienter und ersetzt die vorherige zeitintensive, manuelle Datenkumulierung. Hierdurch konnte die Bearbeitungszeit des DM etwa um die Hälfte reduziert werden, sodass der Nutzen des neuen Artefakts auf Anwenderseite bestätigt wird. Damit erfüllt der Prototyp neben weiteren Gütekriterien auch das der Rigorosität, da er an sich selbst und einer Überprüfung gegen die anfangs definierten Ziele und mittels der im Forschungsdesign gewählten Methoden evaluiert wird [2]. Abbildung 9 zeigt eine Auswahl an Screenshots, um einen kurzen Einblick in den Funktionsumfang zu gewähren.

Die Verbesserungen durch den Prototypen umfassen neben einer automatischen Überwachung von allen relevanten Projektstammdaten die Möglichkeit einer einfachen und übersichtlichen Allokation von Institutsmitarbeitern zu den einzelnen Drittmittelprojek-

ten. Unterschiedliche Restriktionen und Fristen, wie z. B. Mittelabruftermine oder Vertragsverlängerungen von Mitarbeitern, sind leichter einzuhalten, da die Cockpit-Funktion durch Aggregation personen- und projektspezifischer Daten frühzeitig vor Abweichungen warnt. Auf „Fehler“ bei der Personalzuordnung oder der Mittelverwendung wird so ebenfalls direkt aufmerksam gemacht. Darüber hinaus ist die Abbildung einiger grundlegender Kennzahlen des Instituts zur Entscheidungsunterstützung möglich. Neben einer verbesserten Transparenz sind die Arbeitsabläufe durch eine Teilautomatisierung vereinfacht und beschleunigt (z. B. verringerte Suchkosten). Aktualisierungen können per Knopfdruck automatisch für alle relevanten Daten übernommen und mit den Daten der Hochschulsoftware abgeglichen werden, wodurch Inkonsistenzen und zeitintensive Datenpflege reduziert werden konnten.



**Abbildung 9: Exemplarisch dargestellter Funktionsumfang des Prototypen.**

Der Prototyp wurde gezielt auf die identifizierten Bedürfnisse des IZMP zugeschnitten, zeigt jedoch exemplarisch die Herausforderungen einer Software-Eigenentwicklung für dezentrale Institute, wie sie laut Expertenurfrage auch an weiteren Universitäten beobachtet werden kann.

## 4. ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE

### 4.1 Hochschul- vs. Institutsebene

Im Rahmen der Fallstudie wird aufgezeigt, dass das Management von Drittmitteln je nach Betrachtungsschwerpunkt der Beteiligten mit unterschiedlichen Anforderungen und Zielsetzungen verbunden ist. Allgemein können innerhalb der deutschen Hochschulen die Sichten der zentralen Verwaltung auf der einen Seite und ihrer einzelnen Institute auf der anderen Seite unterschieden werden. Diese haben je nach Verantwortungsverteilung und Drittmittelauftreten wiederum einen unterschiedlich umfangreichen Ressourcen- und Multiprojektmanagementaufwand. Erfolgt das DM wie in der Fallstudie nicht zentral „aus einer Hand“, verschieben sich die Anforderungen und Zielsetzungen mit den beteiligten Verantwortlichen an unterschiedliche Stellen. Hier erfolgte die Bewirtschaftung der Drittmittel auf Institutsseite und wird zentral rechtlich unterstützt.

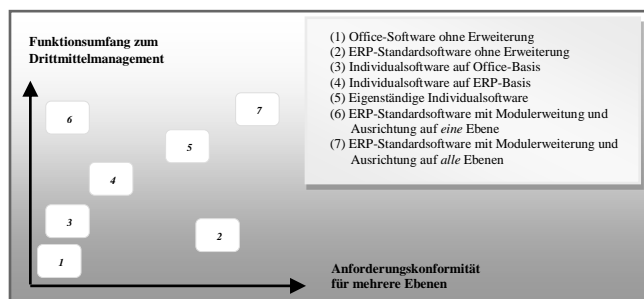
Bei stark dezentraler Organisation - wie in der Fallstudie - legt die zentrale Hochschulverwaltung den finanziellen Betrachtungsfokus in erster Linie auf globale Kennzahlen, wie z.B. die Höhe der eingeworbenen Drittmittel. Diese dienen unter anderem als Berechnungsgrundlage zur Verteilung von leistungsorientierten Mitteln sowie als Indikator zur Beurteilung der Forschungsleistungen. Auf Institutebene steht hingegen das operative Management der Drittmittel nach erfolgreicher Einwerbung im Betrachtungsfokus. Dies beinhaltet vor allem die konforme und erschöpfende Mittelverwendung sowie die Einhaltung damit verbundener Zeiträume und Fristen. Werden diese Kriterien nicht eingehalten,

droht ein Verlust bereits bewilligter Drittmittel. Ferner entsteht ein zusätzlicher Verwaltungsaufwand beim Staffing, um das Know-How aus den befristeten Drittmittelprojekten gegebenenfalls weiterhin am Institut halten zu können. Dies verschärft den Balanceakt der Hochschulinstitute bei der fristgebundenen Ausschöpfung unterschiedlicher Einnahmequellen im Multiprojektmanagement. Darüber hinaus werden detailliertere Auswertungen zur Entscheidungsunterstützung benötigt. Je nach Aufgabenverteilung zwischen der zentralen und der dezentralen Seite, entsteht für die Projektleiter oder Institutssekretariate ein hoher Verwaltungsaufwand, der zusätzliches Know-How aus unterschiedlichen Bereichen wie z.B. von Projektmanagement, Buchhaltung, Personalwesen und allgemeinen Verwaltungsabläufen voraussetzt. Häufig besitzen besonders die Projektleiter keine fundierten Hintergrundkenntnisse der Verwaltungsabläufe und haben Probleme im Umgang mit Abrechnungen und bürokratischen Mittelverwendungsrichtlinien. Sowohl aus der Umfrage als auch aus der Fallstudie geht zudem hervor, dass die vorhandene IT-Unterstützung für unerfahrene Benutzer unübersichtlich wirken kann. Hierdurch geht aufgrund von Suchkosten für sie wertvolle Arbeitszeit verloren, in der sie nicht an ihren eigentlichen (Projekt-)Aufgaben arbeiten können. Gezielte Schulungen sowohl zu den Verwaltungsabläufen im Drittmittelprojektmanagement als auch im Umgang mit der Verwaltungssoftware, wie sie laut Umfrage bereits von einigen Universitäten angeboten werden, verbessern das Verständnis und die Sicherheit im Verwaltungsablauf. Durch eine abgestimmte IT-Unterstützung werden nicht nur die Arbeitsabläufe der Projektleiter und Institutssekretariate effizienter und sicherer, sondern auch die zentralen Drittmittelverwaltungen benötigen trotz des anfänglichen Aufwands der Schulungszeit langfristig weniger Beratungs- und Nachbesserungsaufwand.

### 4.2 Eingesetzte Software zur Unterstützung des Drittmittelmanagements

Bisher sind spezielle, integrierte Softwarelösungen zum DM an deutschen Hochschulen nur wenig und mit geringer Durchdringung auf dem Markt vertreten. Eine Begründung hierfür ist in der Tatsache zu finden, dass einzelne Funktionen des DM in begrenztem Umfang auch von üblichen Office-Programmen oder ERP-Systemen übernommen werden können. Dieser Einsatz von Standardsoftware ohne entsprechende Auslegung auf das DM bietet jedoch häufig nur einen mäßigen Kompromiss zwischen eingesparten Anschaffungskosten zum Preis von eingeschränkter Funktionalität. Einige Experten der Umfrage gaben dagegen zu bedenken, dass die bisher angebotenen Module zur Erweiterung der Standardsoftware häufig nicht alle Anforderungen hinreichend erfüllen können und sich daher (noch) nicht rentieren. Besonders bei kleineren zentral organisierten Universitäten scheint daher der erwartete zusätzliche Nutzen die hohen Anschaffungskosten nicht zu rechtfertigen. Aus der Umfrage geht weiterhin hervor, dass die Mitarbeiter in den Instituten in solchen Fällen häufig auf einfache Papier- oder semi-manuelle Tabellenkalkulation zurückgreifen. Diese Variante erscheint für Institute mit wenig Drittmittelverwaltungsaufwand zweckdienlich, da sie nur ein sehr geringes Optimierungspotential durch IT-Unterstützung besitzen. Wie die Fallstudie belegt, sollte hier jedoch im Kontext des kontinuierlichen Anstiegs der Drittmittelmenge darauf geachtet werden, dass rechtzeitig eine adäquate IT-Unterstützung etabliert wird, um hohe Umstellungskosten zu vermeiden. Ferner ist davon auszugehen, dass sich die Investition in eine umfangreichere IT-Unterstützung umso mehr lohnt, je mehr Drittmittel insgesamt und von verschiedenen Geldgebern verwaltet werden müssen.

Ähnlich wie in der Fallstudie ergeht es laut Umfrage auch anderen Instituten an deutschen Hochschulen mit einem mittleren Drittmittelaufkommen: Sie werden durch die vorhandene Standardsoftware nicht ausreichend mit Informationen versorgt. Erfolgt von der Hochschule keine Abhilfe und darf keine zusätzliche Software angeschafft werden, sehen sie sich zu einer Schattenbuchführung gezwungen, um einen Überblick über die aktuelle finanzielle Lage der Projekte zu erhalten. An Hochschulinstituten, die sich für eine gezielte selbst finanzierte Erweiterung der verfügbaren IT-Unterstützung des DM entschieden haben, ist inzwischen eine breite Vielfalt an individuellen zum Teil programm- bzw. medienübergreifenden Einzel- und/oder Insellösungen zu finden. Ob sich eine solche Anschaffung vieler Individuallösungen für eine Hochschule insgesamt kostengünstiger gestaltet, als die universitätsübergreifende Investition in eine funktionsübergreifende modulare Standardsoftware, die alle Beteiligten angemessen unterstützt, hängt letztlich vor allem von deren Struktur ab. Eine hohe Anzahl eingesetzter Individualsoftwarelösungen an den Instituten innerhalb einer Hochschule kann jedoch vermehrt zu Dateninkonsistenzen, Redundanzen, teilweise rechtlich nicht haltbaren Gefügen sowie Ineffizienzen führen, die ihrerseits einen hohen zusätzlichen Verwaltungsaufwand verursachen. Daher scheint diese Variante sich hauptsächlich Hochschulen anzubieten, die entweder eine überschaubare Größe haben oder jetzt und in Zukunft nur mit vergleichsweise geringem bis mittlerem Drittmittelaufkommen konfrontiert sind und nicht mit Steigerungen rechnen. Spezialisierte Softwarelösungen sowie Module, z.B. zur Erweiterung vorhandener (ERP-)Hochschulverwaltungssoftware, welche auf das DM ausgerichtet sind, würden hingegen langfristig eine wesentlich gezieltere IT-Unterstützung der Verwaltungsabläufe bieten und könnten das vorhandene Optimierungspotential in diesem Bereich entsprechend besser ausnutzen. Doch die Voraussetzung hierfür wäre die Existenz ausreichender Customizing-Möglichkeiten und die Unterstützung der zentralen Hochschulvorgaben. Entsprechend ausgereifte Softwarelösungen sind jedoch noch nicht existent, obwohl die Variante der einheitlich angepassten (ERP-)Standardsoftwareerweiterung für größere dezentral strukturierte Hochschulen oder mit einem hohen Drittmittelverwaltungsaufwand am besten geeignet wäre. Abbildung 10 bietet einen Überblick über die verschiedenen IT-Unterstützungsmöglichkeiten:



**Abbildung 10: Funktionalität und Konformität möglicher Softwarelösungen im Drittmittelmanagement.**

Zwar gibt es von Seiten der etablierten Standardsoftwarehersteller erste Schritte in diese Richtung, doch diese bieten noch zu viel Spielraum für eine Weiterentwicklung. Im Kontext des DM ist zu beachten, dass die etablierten Standardsoftwarehersteller für deutsche Hochschulen wie z.B. HIS GmbH, MACH AG und SAP AG sich dem DM historisch bedingt aus unterschiedlichen Richtungen annähern. Ihre jeweiligen Kernkompetenzen sind daher unterschiedlichen Bereichen zuzuordnen, jedoch gehört bei kei-

nem das Forschungsmanagement dazu. Bisher wurde dieses eher als nicht essentielles Bonus-Feature behandelt, gewinnt jedoch aufgrund der wachsenden Bedeutung von Drittmitteln inzwischen an Aufmerksamkeit. Zudem scheinen die Vermarktungspotenziale in Deutschland bisher zu klein zu sein und die Zahlungsbereitschaft der Universitäten zu gering, als dass Investitionen und Entwicklung in diesem Bereich schnell voranschreiten. Wie die Untersuchung gezeigt hat, ist jedoch ein steigender Bedarf an entsprechender Software vorhanden und langfristig kann aufgrund der stetig zunehmenden Bedeutung von Drittmitteln mit wachsender Attraktivität auf diesem Markt gerechnet werden.

### 4.3 Handlungsempfehlungen

Eine essentielle Voraussetzung zum erfolgreichen DM ist eine effiziente und effektive Gestaltung der Verwaltungsabläufe, d. h. der zugehörigen Prozesse, Workflows, Organisationsstrukturen, Datenstrukturen und Informationssysteme. Auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse aus Fallstudie, Umfrage und Prototyp kann daher für eine effiziente Umsetzung der Einsatz eines

- Referenzmodells zum Drittmittelressourcenmanagement (im Sinne eines Multiprojektmanagements) und
- einer durch Customizing angepassten Sichten-Modulerweiterung einer (ERP-)Hochschulverwaltungssoftware

für viele deutsche Hochschulen als zielführend angesehen werden. Allerdings divergieren Institute der Hochschulen stark in Ausrichtung, Größe, Ressourcen (Assets), Workflows und Forschungsorientierung. Hinzu kommen unterschiedliche Anforderungen an eine IT-Unterstützung auf Ebene der zentralen Verwaltungseinrichtung und auf der operativen Institutsebene. Dies erfordert einen hohen Grad der Parametrisierbarkeit. Auf dem Markt existieren allerdings noch keine ausgereiften Referenzmodelle zum ganzheitlichen DM und kaum entsprechende, granulare Softwarelösungen. Daher bietet sich die Integration einer standardisierten Softwareerweiterung, welche das Management von Drittmitteln aus der Bottom-Up-Sicht unterstützt, in die bereits von einigen Herstellern angebotene (ERP-)Hochschulverwaltungssoftware mit Top-Down-Sicht an. Die gezielte Darstellung der Informationen einer DM-Software in verschiedenen Sichten, die speziell an die Bedürfnisse der jeweiligen Nutzer anpassbar sind, stellt die zentrale Handlungsempfehlung dar.

Diese Sichten benötigen für eine ganzheitliche IT-Unterstützung des Drittmittel- und Projektmanagements einen detaillierten Überblick über die relevanten Projektdaten und -zahlen, sowie eine Cockpit-Funktion zur Entscheidungsunterstützung. Auf diese Weise bekommt je nach definierter Rolle z. B. der Projektleiter andere, für ihn relevante aggregierte Daten angezeigt, als der Institutsleiter. Darüber hinaus ist ein Einbezug angrenzender Disziplinen notwendig, wie beispielsweise ein elektronisches Dokumentenmanagementsystem und eine kombinierte Auswertung sowie Prognose von Projekt- und Budgetdaten. Letztere ist z.B. für Personalentscheidungen oder statistische Auswertungen relevant. Des Weiteren zählen eine zumindest teilautomatisierte Kommunikation mit den Geldgebern sowie der Wissenstransfer zu den zukünftig relevanten Eigenschaften. Der entwickelte Prototyp bietet hier bereits weitreichende Funktionalitäten. Darüber hinaus wird eine Anpassung der Software empfohlen, die auch ungeübten Nutzern die Möglichkeit bietet, alle benötigten Informationen auch aus verschiedenen Bereichen des DM, wie z. B. Projektstammdaten oder Personalzuordnung, schnell zu errei-

chen und zu erfassen. Zudem sind eine einheitliche Darstellung der Daten sowie ein individuell anpassbarer Berichtsauszug zur Erstellung von Verwendungsnachweisen empfehlenswert.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

### 5.1 Diskussion weiteren Forschungsbedarfs

In diesem Beitrag konnte lediglich ein grundlegendes Bild der IT-Unterstützung von Drittmittelprojektverwaltung an deutschen Hochschulen aufgezeigt werden. Der zukünftige Forschungsbedarf auf diesem Gebiet ist als hoch einzuschätzen. Neben vielen weiteren lassen sich einige Ansatzpunkte aus den Grenzen der hier vorgestellten Untersuchungen ableiten. Eine Grenze ist beispielsweise darin zu finden, dass in der Umfrage Mitarbeiter der zentralen Universitätsverwaltungen befragt wurden, während sich die Fallstudie auf ein Institut einer medizinischen Hochschule bezieht. Zwar kann für den betrachteten Forschungsbereich in beiden Fällen von ähnlichen grundlegenden organisatorischen Strukturen ausgegangen werden, jedoch ist zu beachten, dass der Fachbereich Medizin eine Sonderstellung einnimmt, weil er nicht von der zentralen Universitätsverwaltung, sondern der medizinischen Hochschule verwaltet wird. Dies könnte im Rahmen der Ergebnisevaluation teilweise dem Gütekriterium der Generalisierbarkeit widersprechen [30]. Eine mögliche weitere Forschungsfrage ist demnach, ob und inwiefern sich die Drittmittelverwaltung und die Bedürfnisse der IT-Unterstützung verschiedener Fachbereiche voneinander unterscheiden. Bisher wurde lediglich die Situation der Universitäten betrachtet. Diese ist jedoch nicht sicher auf Fachhochschulen oder Sonderforschungszentren zu übertragen. Eine weitere Forschungsfrage wäre, zu untersuchen, ob und wie sich die IT-Strukturen in der Drittmittelprojektverwaltung von Universitäten und Fachhochschulen bzw. Sonderforschungszentren unterscheiden. In eine andere Richtung geht die Frage, ob es eine Möglichkeit gibt, die Verwendungsrichtlinien der verschiedenen Geldgeber stärker zu vereinheitlichen.

### 5.2 Fazit und Ausblick

Die IT-seitige Unterstützung ist angesichts des zum Teil hohen Aufwands zum Management von Drittmitteln ein Thema, mit dem inzwischen (fast) jedes Institut an deutschen Hochschulen konfrontiert wird. Die starke Praxisrelevanz wurde besonders durch die hohe Resonanzquote und das inhaltliche Interesse an der Umfrage verdeutlicht. Mit zunehmendem Anteil von Dritt- und Sondermitteln am verfügbaren Gesamtbudget sind die Akquisition und das Management im Kontext von allgemeiner Zeit- und Personalknappheit oft nur mit einem belastenden Ressourceneinsatz durchzuführen. Sowohl die Umfrage als auch die Fallstudie und der Prototyp haben gezeigt, dass an vielen deutschen Universitäten in diesem Bereich noch bedeutende Verbesserungspotentiale bestehen. Somit wächst der Druck auf die Hochschulen, eine einheitliche und strukturierte IT-Unterstützung für das Drittmittelressourcenmanagement zu etablieren. Erfolgt dies nicht zentral unterstützt und zeitnah, besteht die Gefahr, dass die Institute sich zunehmend eigene Insellösungen suchen oder sogar selbst entwickeln. Die Folge können neben Ressourcenverschwendung auch Inkonsistenzen, Datenredundanzen, ineffizientes Monitoring und Controlling etc. innerhalb einer Hochschule sein.

Allgemein kann festgehalten werden, dass sich der Umstieg auf eine einheitliche Softwarelösung umso schwieriger gestaltet, je mehr Individualsoftware innerhalb einer Hochschule bereits vorhanden ist. Haben einzelne Institute zuvor in die Entwicklung einer Individualsoftware investiert, kann eine Umstellung auf

hochschulweite einheitliche Software zu Reaktanz führen. Daher wird die frühzeitige Strategiefestlegung zum DM innerhalb einer Hochschule für alle Ebenen zur effizienten Gestaltung dringend empfohlen. Eine ganzheitliche IT-Unterstützung der Querschnittsdisziplin DM muss dabei die Anforderungen sowohl auf Instituts- als auch auf Hochschulebene berücksichtigen und ebenso eine kurzfristige Umverteilung der Ressourcen innerhalb der vorhandenen Restriktionen ermöglichen. Abgeleitet aus den Untersuchungsergebnissen wird empfohlen, dass dies durch eine gezielte Erweiterung der entsprechenden Software um verschiedene Sichten zur besseren Unterstützung aller Beteiligten erfolgt.

Da sich bisher nur wenige Hochschulen systematisch und nachhaltig mit diesem Thema auseinandergesetzt haben, birgt die frühzeitige Entwicklung eines hochschulweiten, konsistenten Verwaltungskonzepts und entsprechender Steuerungsmechanismen zur Drittmittelausschöpfung und Ressourcenallokation neben Risiken aber auch erhebliches wirtschaftliches Potential.

Aufgrund der erfolgreichen Validierung des Forschungsthemas und der bisher gewonnen Erkenntnisse streben die Autoren - wie im Forschungsdesign aufgezeigt - nach einer weiteren Exploration der aktuellen Situation deutscher Hochschulen und nach einer detaillierteren Ausarbeitung eines allgemeinen Konzepts zur Verbesserung der IT-Unterstützung. Als nächster Schritt ist die Entwicklung eines Referenzmodells zum Drittmittelressourcenmanagement u.a. in Kooperation mit der Hochschul-Informations-Systeme GmbH (HIS) geplant sowie langfristig die Überführung der Programmstrukturen aus dem vorgestellten Prototyp in ein entsprechendes Forschungsmanagementmodul der Standardsoftware HISinOne.

## 6. LITERATUR

- [1] Alt, R. und Auth, G. 2010. Campus-Management-System. *Wirtschaftsinf.* 52, 3, 185-188.
- [2] Becker, J., Krcmar, H. und Niehaves, B. 2009. *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*. Physica-Verlag, Heidelberg.
- [3] Berghoff, S., Federkeil, G., Giebisch, P., Hachmeister, C.-D., Hennings, M. Roessler, I. und Ziegele, F. 2009. *Das CHE-ForschungsRanking deutscher Universitäten 2009*. CHE Arbeitspapier 130. Gütersloh. (Abruf 23.08.10) [http://www.che.de/downloads/CHE\\_AP130\\_Forschungsranking\\_2009.pdf](http://www.che.de/downloads/CHE_AP130_Forschungsranking_2009.pdf).
- [4] Bieletzke S und Beise A. 2009. *Ganzheitlichkeit von Campus-Management-Systemen als Akkreditierungsvorteil*. (Abruf 23.08.10) [http://www.ecampus24.eu/campus\\_management\\_system.pdf](http://www.ecampus24.eu/campus_management_system.pdf).
- [5] Breitner, M., Klages, M. und Sprenger, J. 2008. *Wirtschaftlichkeitsanalyse ausgewählter Campus Management Systeme im Auftrag der TU9*. TU9 Gutachten. Institut für Wirtschaftsinformatik, Leibniz Universität Hannover.
- [6] Cloes, H., Meyer, S. und Gilch, H. 2005. Modularisierung – Herausforderungen für Hochschulverwaltung und Prüfungsorganisation. In Leszczensky, M. und Wolter, A. (Hrsg.) *Der Bologna-Prozess im Spiegel der HIS-Hochschulforschung*. (Hannover: HIS Kurzinformationen A6/2005), 35-38.
- [7] Cooper, H. M. 1998. *Synthesizing research – A Guide for Literature Reviews*. SAGE Publications, Thousand Oaks.

- [8] Datatrain GmbH. 2008. *Drittmittel aus erster Hand – Datatrain präsentiert SAP-Tool für die Verwaltung der externen Hochschulfinanzierung*. (Abruf 23.08.10) [http://www.datatrain-work-out.de/fileadmin/datatrain/Dateien\\_auf\\_Website/01%20Download%20Inhalt/09\\_Info\\_Uni/DT-Infoblatt-Uni02\\_DE\\_FU-Berlin-Drittmittelverwaltung.pdf](http://www.datatrain-work-out.de/fileadmin/datatrain/Dateien_auf_Website/01%20Download%20Inhalt/09_Info_Uni/DT-Infoblatt-Uni02_DE_FU-Berlin-Drittmittelverwaltung.pdf).
- [9] DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft. 2009. *Förder-Ranking 2009 Institute – Regionen – Netzwerke*. Wiley-vch, Weinheim.
- [10] Eisenhardt, K. M. 1989. Building Theories from Case Study research. *Acad. Manage. Rev.*, 14, 4, 532-550.
- [11] Fettke, P. 2006. State-of-the-Art des State-of-the-Art – eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinf.* 48, 4, 257-266.
- [12] Frank, U. 2007. *Towards a Pluralistic Conception of Research Methods in Information Systems Research*. ICB Research Report, Nr. 7. Universität Duisburg-Essen.
- [13] Gehlert, A., Schermann, M., Pohl, K., Krcmar, H. 2009. Towards a Research Method for Theory-driven Design Research, In *Tagungsband der 9. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik* (Wien, Österreich, 25.-27. Feb. 2009), 441-450.
- [14] Geune, A. 1997. Allocation of Funds and Research Output: the Case of UK Universities. In *Revue d'économie industrielle*. 79, 1, 143-162.
- [15] Giebisch P. 2007. *Hochschulfundraising in Deutschland 2004-2006*. Gütersloh. (Abruf 23.08.10) [http://www.che.de/downloads/CHE\\_Fundraising\\_2007.pdf](http://www.che.de/downloads/CHE_Fundraising_2007.pdf).
- [16] Gläser, J. und Laudel, G. 2009. *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- [17] Haibach, M. 2008. *Hochschul-Fundraising- Ein Handbuch für die Praxis*, Campus Verlag, Frankfurt/Main.
- [18] Heinrich, L. J. 2007. *Wirtschaftsinformatik: Einführung und Grundlegung*. Oldenbourg, München.
- [19] Henrich, A. 2002. *Management von Softwareprojekten*. Oldenbourg, München.
- [20] Hevner, A. R., March, S. T., Park, J. und Ram, S. 2004. Design science in information systems research. *MIS Quart.*, 28, 1, 75-105.
- [21] HRK Hochschulrektorenkonferenz. 2010. *Hochschulkompass*. (Abruf 23.08.10) <http://www.hochschulkompass.de>.
- [22] Huberman, A. M. und Miles, M.B. 1994. *Qualitative data analysis*. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.
- [23] Jenny, B. 2001. *Projektmanagement in der Wirtschaftsinformatik*. vdf Hochschulverlag AG.
- [24] Kaplan, B. und Duchon, D. 1988. Combining qualitative and quantitative methods in information systems research: a case study. *MIS Quart.*, 12, 4, 571-586.
- [25] Leszczensky, M. und Orr, D. 2004. *Staatliche Hochschulfinanzierung durch indikatorgestützte Mittelverteilung – Dokumentation und Analyse der Verfahren in 11 Bundesländern*. Kurzinformationen/HIS: A, Hannover.
- [26] Litke, H.-D. 2007. *Projektmanagement. Methoden, Techniken, Verhaltensweisen, evolutionäres Projektmanagement*. Hanser, München.
- [27] Martens B, und Teuteberg F. 2009. Ein Referenz- und Reifegradmodell für integrierte Fundraising-Managementsysteme an Hochschulen. In *Tagungsband der 9. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik* (Wien, Österreich, 25.-27. Feb. 2009), 543-552.
- [28] Mayring, P. 2008. *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Beltz, Weinheim.
- [29] Meuser, M. und Nagel, U. 2005. ExpertInneninterviews – vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur Qualitativen Methodendiskussion. In Bogner, A., Littig, B. und Menz, W. (Hrsg.) 2005. *Das Experteninterview*. VS Verlag, Wiesbaden, 71-95.
- [30] Österle, H., Becker, J., Frank, U., Hess, T., Karagiannis, D., Krcmar, H., Loos, P., Mertens, P., Oberweis, A. und Sinz, E. J. 2010. Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In Österle, H., Winter, R. und Brenner, W. (Hrsg.) 2010. *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*. Infowerk, Nürnberg, 1-6.
- [31] Sprenger, J., Klages, M. und Breitner, M. H. 2010. Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl, die Migration und den Betrieb eines Campus-Management-Systems. *Wirtschaftsinf.*, 52, 4, 211-224.
- [32] Stahlknecht, P. und Hasenkamp, U. 2005. *Einführung in die Wirtschaftsinformatik*. Springer, Heidelberg.
- [33] Statistisches Bundesamt. 2008. *Bildungsfinanzbericht 2008*. (Abruf 23.08.10) <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1023160>.
- [34] Statistisches Bundesamt. 2009. *Hochschulstandort Deutschland 2009*. (Abruf 23.08.201 ) <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2009/Hochschulstandort/begleitmaterial,property=file.pdf>.
- [35] Tag, B. 2004. *Drittmittelinwerbung – Strafbare Dienstpflicht?* Veröffentlichung des Instituts für deutsches, europäisches und internationales Medizinrecht, Gesundheitsrecht und Bioethik der Universität Heidelberg und Mannheim, Springer, Heidelberg.
- [36] Vom Brocke, J. und Buddendick, C. 2006. Reusable conceptual models-requirements based on the design science research paradigm. In *Tagungsband der First International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology* (Claremont, CA, 24.-25. Feb. 2006), 576-604.
- [37] Wissenschaftsrat. 2006. *Empfehlungen zur künftigen Rolle der Universitäten im Wissenschaftssystem*. (Abruf 23.08.10) [http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/rolle\\_universitaeten.pdf](http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/rolle_universitaeten.pdf).
- [38] Yin, R. K. 2009. *Case study research: design and methods*. Applied Social Research Methods Series, Vol. 5. Sage Publications, Thousand Oaks.

